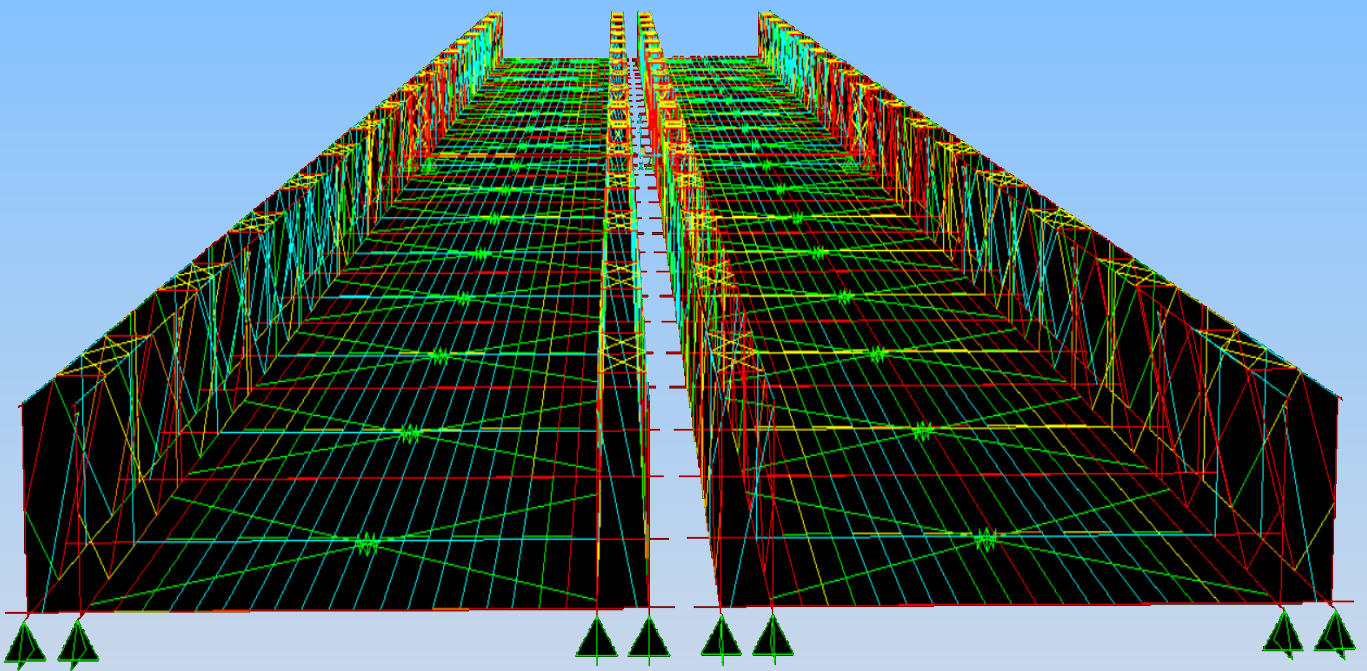




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Αποτίμηση Δυναμικών Χαρακτηριστικών Μεταλλικής Δικτυωτής Γέφυρας με Ανωδομή από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα



Διπλωματική Εργασία

Ζωγλοπίτης Κωνσταντίνος

Αθήνα 2023

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΣ-ΦΙΛΗΣ ΚΟΚΚΙΝΟΣ
& ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΓΕΙΡΟΥ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: **Ζωγλοπίτης Κωνσταντίνος**

Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:

**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ
ΜΕ ΑΝΩΔΟΜΗ ΑΠΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

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

Τριαντάφυλλος - Φίλης Κόκκινος
Αναπληρωτής Καθηγητής
Επιβλέπων

Νικόλαος Πνευματικός
Καθηγητής
Μέλος

Σταυρούλα Δενεζάκη
Λέκτορας
Μέλος

Μάρτιος 2023, ΑΙΓΑΛΕΩ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος **Ζωγλοπίτης Κωνσταντίνος** του Αλέξανδρου, με αριθμό μητρώου 44370810226, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνει υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο *ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΔΙΚΤΥΩΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΜΕ ΑΝΩΔΟΜΗ ΑΠΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ* 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 διπλώματός μου».

Ο Δηλών



Ζωγλοπίτης Κωνσταντίνος

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
1. ΓΕΝΙΚΑ (CHASE 2015) (HTTP://WWW.THINKDEFENCE.CO.UK/2012/01/UK-MILITARY-BRIDGING-EQUIPMENT-THE-BAILEY-BRIDGE 2019)	9
2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	12
3. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	13
4. ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΦΥΡΑΣ BAILEY (USA ARMY DC, 9 MAY 1986) (ΒΑΡΛΑΜΟΣ N.D.) ΓΕΝΙΚΑ	15
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΦΥΡΑΣ BAILEY	15
2.1 ΤΥΠΟΙ ΦΟΡΕΑ	15
2.2 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ-ΥΛΙΚΑ ΤΗΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ BAILEY	16
2.2.1. ΠΛΑΪΣΙΟ (PANEL)	17
2.2.2. ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ (TRANSOM)	18
2.2.3. ΜΗΚΙΔΑ (STRINGER)	19
2.2.4. ΔΙΠΛΑΚΕΣ (CHES)	20
2.2.5. ΕΠΙΖΥΓΙΔΕΣ (RIBANDS)	21
2.2.6. ΑΚΡΑΪΟΙ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ.	22
2.2.7. ΕΦΕΔΡΑΝΑ.	22
2.2.8. ΠΛΑΚΑ ΕΔΡΑΣΕΩΣ	23
2.2.9. ΑΝΑΒΑΘΜΟΪ.	25
2.2.10. ΕΓΚΑΡΣΙΟ ΠΛΑΪΣΙΟ	25
2.2.11. ΥΛΙΚΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	26
2.2.12. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ N.D.)	26
2.2.12.(Α) ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΕΛΜΑΤΟΣ ΠΛΑΪΣΙΟΥ.	26
2.2.12.(Α).(1) ΕΜΒΑΔΟ Α(Α-Κ) ΠΕΛΜΑΤΟΣ	27
2.2.12.(Α).(2) ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΙΣΧΥΡΟΥ ΑΞΟΝΑ Ι3-3	27
2.2.12.(Α).(3) ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΑΣΘΕΝΟΥΣ ΑΞΟΝΑ Ι2-2	27
2.2.12.(Α).(4) ΡΟΠΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΚΤΥΩΤΗΣ ΔΟΚΟΥ	27
2.2.12.(Β) ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΓΩΝΙΩΝ ΜΕΛΩΝ ΠΛΑΪΣΙΩΝ	28
2.2.12.(Γ) ΔΙΑΤΟΜΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΑΣ	29
2.2.13 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.	30
<i>Διατομή πελμάτων (2xUPN)</i>	30
2.2.14 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ ΔΟΚΟΥ ΑΠΟ ΠΛΑΪΣΙΑ BAILEY. (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ N.D.)	31
2.2.15 ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΒΕΛΟΥΣ ΛΟΓΩ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΕΚ ΤΕΜΝΟΥΣΩΝ ΣΕ ΔΟΚΟΥΣ ΕΝΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ. (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ N.D.)	32
ΧΑΛΥΒΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ BAILEY (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ N.D.)	32
2.2.16. ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ (ΣΤΡΑΤΟΥ N.D.)	35
2.2.16.(Α). ΓΕΝΙΚΑ	35
2.2.16(Α).(1). ΣΥΝΔΕΣΗ ΠΛΑΪΣΙΩΝ.	35
2.2.16.(Α).(2) ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΩΝ	35
2.2.16.(Α).(3). ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΠΛΑΚΑΣ	36
2.2.16.(Α).(4). ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΗΚΙΔΑΣ ΜΕ ΕΠΙΖΥΓΙΔΑ	36
2.2.16.(Α).(3). ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ ΔΥΣΚΑΜΨΙΑΣ	37
2.2.17. ΈΔΡΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ	37
2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ BAILEY ΤΥΠΟΥ ΔΙΠΛΟΣ-ΑΠΛΟΣ 80 ΠΟΔΩΝ	38
2.3.1 ΓΕΝΙΚΑ	38
2.3.2 ΣΤΑΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΜΟΪΩΜΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΦΥΡΑΣ	38
2.3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ M2	40
2.4 ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΓΕΦΥΡΑΣ ΒΑΣΕΙ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΓΕΦΥΡΕΣ ΤΥΠΟΥ BAILEY ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ (ΤΧΗΣ(ΜΧ)ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ N.D.)	43

3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	43
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	48
3.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	53
3.4 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Ν.Δ.) (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ν.Δ.)	55
4. ΓΕΝΙΚΑ	55
4.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΚΟΥ ΥΠΟ ΣΤΑΤΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ	55
4.1.1. ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΜΕΛΩΝ ΓΕΦΥΡΑΣ	55
4.1.1.Α. ΜΗΚΙΔΑ	55
4.1.1.Β. ΠΕΛΜΑΤΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ	58
4.1.1.Γ. ΔΙΑΔΟΚΙΔΕΣ	60
4.1.1.Δ. ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ - ΔΙΑΓΩΝΙΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ	62
4.1.2. ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΗΣ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ	64
4.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΚΟΥ ΥΠΟ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ	66
4.2.1. ΙΔΙΟΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΙΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΔΟΚΟΥ	66
4.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	67
4.3.1. ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	68
4.3.2. ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	68
4.4. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Ν.Δ.) (STANDARDISATION 2006) (STANDARDISATION 2006) (ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ Χ.Χ.)	72
5.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ	73
5.2 ΆΝΟΙΓΜΑ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ	73
5.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΦΟΡΕΑ ΣΤΟ SAP 2000	74
5.4 ΜΟΡΦΕΣ ΦΟΡΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΑΥΤΩΝ	75
5.5 ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	76
5.6 ΟΡΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	76
5.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ	77
5.7.1 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ	77
5.7.2 ΧΩΡΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΡΑΣΕΩΝ	77
5.7.3 ΘΕΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ	78
5.7.4 ΦΥΣΗ ΔΡΑΣΕΩΝ	78
5.8 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΡΑΣΕΩΝ	78
5.8.1 ΜΟΝΙΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	78
5.8.2 ΕΠΙΒΑΛΛΟΜΕΝΕΣ (ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ) ΔΡΑΣΕΙΣ	78
5.8.3 ΦΟΡΤΙΟ ΧΙΟΝΙΟΥ ΕΠΙ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ (SK)	79
5.8.4 ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΕΜΟΥ	80
5.8.5 ΦΟΡΤΙΟ ΣΕΙΣΜΟΥ	81
5.8.6 ΛΟΙΠΑ ΦΟΡΤΙΑ	89
5.8.6.Α ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ	89
5.8.6.Α.(1) ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	89
5.8.6.Α.(2) ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ	90
5.8.6.Β. ΠΥΡΚΑΓΙΑ (ΔΕΝ ΕΞΕΤΑΖΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ)	90
5.8.6.Γ. ΦΟΡΤΙΑ ΚΟΠΩΣΗΣ	91
5.8.6.Δ. ΦΟΡΤΙΑ ΛΟΓΩ ΩΘΗΣΕΩΣ ΓΑΙΩΝ Ή ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ	91
5.8.6.Ε. ΤΥΧΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	91
5.8.6.ΣΤ. ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΕΓΕΡΣΗ	92
5.8.7. ΛΟΙΠΑ ΦΟΡΤΙΑ	92
5.8.7.(1). ΔΡΑΣΕΙΣ ΟΔΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΆΛΛΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΟΔΟΓΕΦΥΡΕΣ.	92
5.8.7.(1).(Α) ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ	93
5.8.7.(1).(Α).1/ ΠΡΟΤΥΠΗ ΦΟΡΤΙΣΗ 1 (LM1)	93
5.8.7.(1).(Α).2/ ΠΡΟΤΥΠΗ ΦΟΡΤΙΣΗ 2 (LM2)	94
5.8.7.(1).(Α).3/ ΠΡΟΤΥΠΗ ΦΟΡΤΙΣΗ 3 (LM3)	94
5.8.7.(1).(Α).4/ ΠΡΟΤΥΠΗ ΦΟΡΤΙΣΗ 4 (LM4)	95

5.8.7.(1).(β)	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΦΟΡΤΙΑ	95
5.8.7.(1).(β).1/	ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΕΔΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ	95
5.8.7.(1)(β).2/	ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΕΣ ΚΑΙ ΆΛΛΕΣ ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΔΥΝΆΜΕΙΣ	95
5.8.8.	ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΕΣ ΔΡΆΣΕΙΣ	96
5.8.9.	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΔΡΆΣΕΩΝ	98
5.8.9.(Α).	ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΆΣΤΑΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ (ULS)	98
5.8.9.(Β).	SEISMIC STATE WITH RESPONSE SPECTRUM METHOD	102
5.8.9.(Γ).	ΟΡΙΑΚΗ ΚΑΤΆΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΌΤΗΤΑΣ	102
ΚΕΦΆΛΑΙΟ 6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΜΕ ΛΟΓΙΣΜΙΚΌ SAP 2000	107
6.1	ΑΜΦΪΕΡΕΙΣΤΟΣ ΦΟΡΕΆΣ	107
6.2	ΒΕΛΟΣ ΚΆΜΨΗΣ	107
6.3	ΙΔΙΟΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΟΡΕΆ	107
6.3.1	ΙΔΙΟΜΟΡΦΕΣ	108
6.2	ΈΛΕΓΧΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΤΗΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΆΜΜΑ SAP2000	110
6.2.1.	ΑΝΆΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΆΤΩΝ	114
6.2.1.(Α)	ΜΗΚΪΔΕΣ	114
6.2.1.Α.(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΑ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΗΚΪΔΑΣ	118
6.2.1.(Β)	ΠΕΛΜΆΤΑ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	121
6.2.1.(Β).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΑ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΠΕΛΜΆΤΩΝ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	124
6.2.1.(Γ)	ΔΙΑΔΟΚΪΔΕΣ	127
6.2.1.(Γ).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΑ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΔΙΑΔΟΚΪΔΩΝ	131
6.2.1.(Δ)	ΟΡΘΟΣΤΆΤΕΣ- ΔΙΑΓΩΝΪΟΙ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	135
6.2.1.(Δ).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΑ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΟΡΘΟΣΤΆΤΩΝ - ΔΙΑΓΩΝΪΩΝ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	138
6.3.1.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΆΤΑ ΜΕΤΑΤΟΠΪΣΕΩΝ ΦΟΡΕΆ	143
ΚΕΦΆΛΑΙΟ 7	ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΪΩΣΕΪΣ ΦΕΡΟΥΣΆΣ ΙΚΑΝΌΤΗΤΆΣ	147
7.1	ΓΕΝΙΚΆ	147
7.2	ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ.	147
7.2.(Α).	ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΕΣ ΜΗΚΪΔΕΣ	149
7.2.(Α).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΆ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΩΝ ΜΗΚΪΔΩΝ	149
7.2.(Β).	ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΆ ΠΕΛΜΆΤΑ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	152
7.2.(Α).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΆ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΩΝ ΠΕΛΜΆΤΩΝ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	153
7.2.(Γ)	ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΕΣ ΔΙΑΔΟΚΪΔΕΣ	156
7.2.(Γ).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΆ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΩΝ ΔΙΑΔΟΚΪΔΩΝ	156
7.2.Γ	ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΟΙ ΟΡΘΟΣΤΆΤΕΣ - ΔΙΑΓΩΝΪΟΙ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	160
7.2.(Γ).(1)	ΔΙΑΓΡΆΜΜΑΤΆ - ΠΪΝΑΚΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΩΝ ΟΡΘΟΣΤΆΤΩΝ - ΔΙΑΓΩΝΪΩΝ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	160
7.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΆΤΑ ΜΕΤΑΤΟΠΪΣΕΩΝ ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΟΥ ΦΟΡΕΆ	163
ΚΕΦΆΛΑΙΟ 8	ΑΞΙΟΛΌΓΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΆΤΩΝ	169
8.1	ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΤΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΜΕΤΆΞ ΑΡΧΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΝΪΣΧΥΜΕΝΟΥ ΦΟΡΕΆ.	169
8.2	ΕΝΤΑΤΙΚΆ ΜΕΓΕΘΗ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ	170
8.2.1.	ΜΗΚΪΔΆ	170
8.2.2	ΠΕΛΜΆΤΑ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	171
8.2.3.	ΔΙΑΔΟΚΪΔΕΣ	171
8.2.4.	ΟΡΘΟΣΤΆΤΕΣ - ΔΙΑΓΩΝΪΟΙ ΠΛΑΪΣΪΩΝ	174
8.3.	ΜΕΤΑΤΟΠΪΣΕΪΣ	174
8.4	ΕΠΪΛΟΓΟΣ	176
	ΒΪΒΛΙΟΓΡΆΦΪΆ	177
	ΠΪΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	178
	ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΪΝΑΚΩΝ	181
	ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ FIGURE (ΦΩΤΟΓΡΆΦΪΩΝ)	182

Περίληψη

Η εξεταζόμενη γέφυρα είναι τύπος μεταλλικής δικτυωτής γέφυρας που αποτελείται από προκατασκευασμένα τμήματα τα οποία συναρμολογούνται επί τόπου με κοχλίες και με πείρους και χρησιμοποιείται για τη γεφύρωση κλυμάτων μεταβλητού ανοίγματος και ταυτόχρονα μεταβλητής φέρουσας ικανότητας των εδαφών.

Τέτοιου είδους γέφυρες έχουν καθελκυθεί τη δεκαετία του '80 και παραμένουν σε χρήση μέχρι και σήμερα. Όμως τα φορτία των οχημάτων τα οποία διέρχονται από αυτές έχουν αυξηθεί με το πέρασμα του χρόνου και την εξέλιξη της αυτοκινητοβιομηχανίας. Αποτέλεσμα αυτών είναι η αύξηση των επιβαλλόμενων φορτίων τα οποία καταπονούν τη κατασκευή οδηγώντας την σε αύξηση τόσο των εντατικών μεγεθών όσο και των δυναμικών μετατοπίσεων.

Η αδυναμία αύξησης της φέρουσας ικανότητας στις περισσότερες περιπτώσεις, με την αύξηση της ακαμψίας της γέφυρας, οδήγησε στη αναζήτηση προτάσεων μείωσης των δυναμικών φαινομένων. Προς τη κατεύθυνση αυτή επιχειρείται με την παρούσα εργασία μια προσέγγιση μείωσης των φαινομένων αυτών μέσω της ενίσχυσης του καταστρώματος της γέφυρας με πλάκα ωπλισμένου σκυροδέματος το πάχος της είναι 20 εκατοστά.

Η συγκεκριμένη ενέργεια δύναται εκτός των άλλων να μειώσει το αίσθημα ανασφάλειας που δημιουργεί στους χρήστες της γέφυρας, η ταλάντωση του καταστρώματος..

Abstract

Potential Assessment Characteristics of Metal Mesh Bridge with Reinforced Concrete Superstructure

The bridge in question is a type of metal mesh bridge that consists of prefabricated sections which are assembled on site with screws and pins and is used to bridge variable opening barriers and at the same time variable bearing capacity of the soils.

Such bridges were launched in the 80's and remain in use to this day. But the loads of vehicles that pass through them have increased over time and the evolution of the automotive industry. The result is an increase in the imposed loads that strain the structure leading to an increase in both intensive magnitudes and dynamic displacements.

The inability to increase the bearing capacity in most cases, with the increase of the stiffness of the bridge, led to the search for proposals to reduce the dynamic phenomena. In this direction, the present work attempts an approach to reduce these phenomena by reinforcing the deck of the bridge with reinforced concrete slab, its thickness is 20 cm. This action can, among other things, reduce the feeling of insecurity created by the deck users, the oscillation of the deck.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Γενικά (Chase 2015) (<http://www.thinkdefence.co.uk/2012/01/uk-military-bridging-equipment-the-bailey-bridge> 2019)

Κατά τη διάρκεια του Β'ΠΠ η βιομηχανική και τεχνολογική επανάσταση υπήρξε αλματώδης. Η ταχυκίνησια των εξελισσόμενων στρατιωτικών μηχανοκίνητων δυνάμεων μετέφερε τα πεδία μάχης σε μεγάλες αποστάσεις και σε εδάφη με πολλαπλά κωλύματα και είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της απαίτησης για κάλυψη θεμάτων διοικητικής μέριμνας όπως για παράδειγμα ο ανεφοδιασμός σε καύσιμα και τρόφιμα.



Figure 1 Απλός Φορέας γέφυρας Bailey πάνω από το Ρέμα Riggosa κοντά στη Gambetolla κατελκούμενος από Λόχο Σακαπανένων των Συμμαχικών Δυνάμεω

Τα προς κάλυψη ανοίγματα των κωλυμάτων παρουσίαζαν ποικιλία τόσο ως προς το μήκος όσο και προς τη φέρουσα ικανότητα των οχθών. Ο σχεδιασμός, η μελέτη και η ανάπτυξη κατά περίπτωση νέων γεφυρών για την περιστασιακή κάλυψη των αναγκών ήταν εξαιρετικά δύσκολη για τους μηχανικούς του στρατού.

Στην κατεύθυνση αυτή η δικτυωτή γέφυρα Bailey ήταν μια πρωτοποριακή ιδέα η οποία αναπτύχθηκε για να καλύψει ανάγκες πολεμικών επιχειρήσεων.

Ο Sir Donald Bailey με την ομάδα του εμπνεύστηκε την ανάπτυξη μιας μεταλλικής δικτυωτής γέφυρας η οποία θα έπρεπε να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

α. Να κατασκευάζεται με τα χέρια.

β. Ο φορέας της ανάλογα με τις ανάγκες να κατασκευάζεται σε διάφορους τύπους.

γ. Όλες οι βιομηχανίες να είναι ικανές να κατασκευάσουν τα επιμέρους τμήματα της γέφυρας, καθώς υπήρχε δυσκολία στο να ανταποκριθούν στις κατασκευαστικές απαιτήσεις.

δ. Τα επιμέρους τμήματα από τα οποία αποτελείται η γέφυρα να δύνανται να μεταφερθούν με τα μεταφορικά μέσα της εποχής.



The Bailey Bridge Team 1941

Figure 2 Η ομάδα σχεδιασμού και ανάπτυξης της γέφυρας Bailey πηγή: <http://www.thinkdefence.co.uk/2012/01/uk-military-bridging-equipment-the-bailey-bridge>

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά της υπόψη γέφυρας, ωστόσο βρήκαν απήχηση αμέσως μετά την λήξη του Β'ΠΠ στην ανασυγκρότηση των κρατών τα οποία είχαν υποστεί μεγάλες καταστροφές στις υποδομές τους και επομένως μία γέφυρα με τα χαρακτηριστικά που περιγράψαμε προηγουμένως θα ήταν ικανή να

εξυπηρετήσει τις πολλαπλές τους ανάγκες για τη σύνδεση των κατεστραμμένων γραμμών συγκοινωνιών. Παράλληλα ωστόσο δε θα πρέπει να παραβλέψουμε και τη σύγχρονη χρησιμοποίησή της, όπου στα πλαίσια αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών αλλά και της δυναμικής επέμβασης του κρατικού μηχανισμού, μετά από καταστροφές στις υποδομές του, ο εν λόγω τρόπος γεφύρωσης προσφέρει μία γρήγορη και αξιόπιστη λύση.

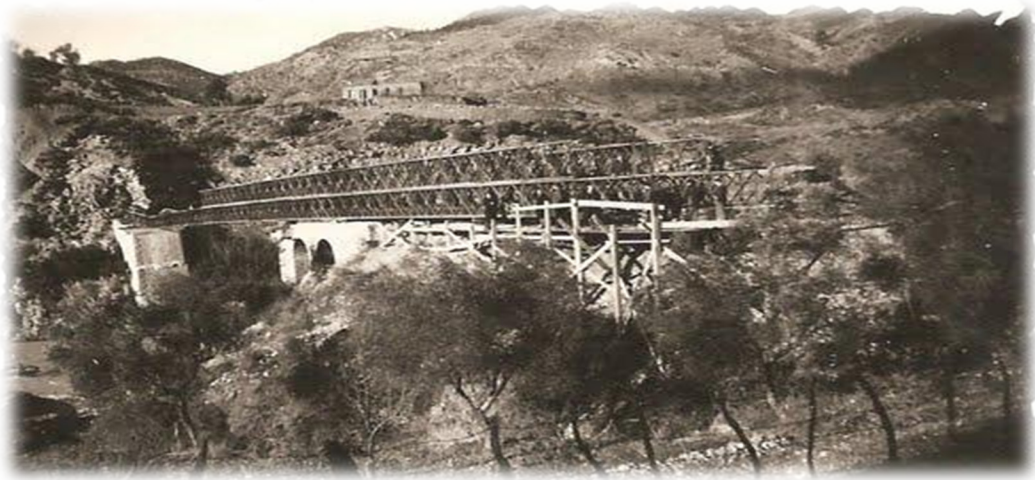


Figure 3 Καθέλκυση Διπλού-Τριπλού Φορέα μήκους 180 ποδών στο Θέρμο Αιτωλωακαρνανίας το 1954, κατά την ανασυγκρότηση της χώρας, για την αποκατάσταση κατεστραμμένης πετρόκτιστης τοξωτής από τις Γερμανικές Δυνάμεις Κατοχής

Με το πέρασμα των ετών η αύξηση της μεταφορικής ικανότητας των οχημάτων έχει σαν αποτέλεσμα, την οριακή φόρτιση των γεφυρών αυτών και την ανάπτυξη εντατικών μεγεθών και δυναμικών φαινομένων μεγαλύτερων από τα αναμενόμενα.



Figure 4 Η γέφυρα του Θέρμου πριν την τοποθέτηση του μεσοβάθρου **Figure 5** Η γέφυρα μετά την τοποθέτηση μεσοβάθρου

Οι αυξημένες παραμορφώσεις καθώς και η ταλάντωση μετά το πέρασμα των προπορευόμενων οχημάτων δύνανται να προκαλέσουν στους χρήστες (οδηγούς οχημάτων) αίσθημα ανασφάλειας κατά τη διέλευση από τη γέφυρα.

2. Αντικειμενικός σκοπός και στόχοι της εργασίας

Αντικειμενικός σκοπός της εργασίας είναι αρχικά ο υπολογισμός των μηχανικών χαρακτηριστικών φορέα 16 διπλών πλήρων στοιχείων 48,768 m (160 ποδών) δύο λωρίδων κυκλοφορίας, και στη συνέχεια η διερεύνηση της δυναμικής του συμπεριφοράς, η οποία αφορά στα στοιχεία της γέφυρας και στην ερευνητική προσπάθεια διερεύνησης της φέρουσας ικανότητας με πειραματική διάταξη σε κλίμακα, με την προσθήκη στο κατάστρωμά της, πλάκας σκυροδέματος προκειμένου να δοθεί στους διερχόμενους οδηγούς το αίσθημα της ασφάλειας το οποίο με τον υπάρχον τρόπο κατασκευής τίθεται υπό αμφισβήτηση λόγω των ταλαντώσεων – μετακινήσεων των δίπλακων που σχηματίζουν την επιφάνεια του καταστρώματος.

Με την εξαγωγή των αποτελεσμάτων επιδιώκεται η ταυτοποίηση του μοντέλου-φορέα πεπερασμένων ραβδωτών στοιχείων μέσω του λογισμικού SAP2014 το οποίο αναπτύσσεται με σκοπό να αποτελέσει το βασικό πρότυπο δυναμικών επιλύσεων και ελέγχου επεμβάσεων επί αυτού.

Ο εν λόγω φορέας της γέφυρας δεν είναι τυποποιημένος και αποτελείτε όπως προαναφέρθηκε από 16 πλήρη στοιχεία ανά κατεύθυνσ κυκλοφορίας με άνοιγμα 48,768 m (160 ποδών) και ύπαρξη στηρίξεων στην αρχή το μέσο και το τέλος του ανοίγματος.

3.Παραδοχές

Όπως προφανώς γίνεται αντιληπτό δεν θα ήταν εφικτή μια μελέτη επί του πεδίου καθότι θα υπήρχε αδυναμία τοποθέτησης πλάκας σκυροδέματος επί του φορέα της γέφυρας που ήδη βρίσκεται σε χρήση, αποκλειστικά κα μόνο για πειραματικούς σκοπούς και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SAP2014.

Επιπλέον κατά την εξέταση της καταπόνησης της γέφυρας δεν ελήφθησαν υπόψη, λόγω περιορισμένου χρόνου εκπόνησης της εργασίας, τα φορτία χιονιού, ανέμου και σεισμού.

4.Δομή της Πτυχιακής εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 8 Κεφάλαια.

Στο **1^ο Κεφάλαιο** το οποίο είναι το εισαγωγικό, γίνεται αναφορά στα ιστορικά δεδομένα και τη χρήση του φορέα της γέφυρας Bailey.

Στο **2^ο Κεφάλαιο** Περιγράφεται η γέφυρα Bailey και τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται. Αναφέρονται οι τύποι γέφυρας που μπορούν να κατασκευαστούν και πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι υπολογισμοί καθώς τα μέλη της γέφυρας είναι πρότυπα της Βρετανικής Χαλυβουργίας του 1940.

Στο **3^ο Κεφάλαιο** αποτυπώνονται οι τοποθετημένες γέφυρες Bailey στην ελληνική επικράτεια, ενώ γίνεται και παρουσίαση της ηλεκτρονικής εφαρμογής η οποία δημιουργήθηκε από τον Ταγματάρχη (ΜΧ) Κωνσταντίνο Λυμπερόπουλο η οποία είναι μια ενιαία βάση δεδομένων που περιλαμβάνει το σύνολο των γεφυρών καθώς και όλα τα γνωστά στοιχεία για αυτές αλλά και τη δυνατότητα οπτικοποίησης της κάθε τοποθετημένης γέφυρας με τη χρήση σύνδεσης στο διαδίκτυο.

Στο **4^ο Κεφάλαιο** επιδιώκεται να παρουσιαστούν οι εξισώσεις και το υπόβαθρο τα οποία χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του φορέα τόσο σε δυναμική όσο και στατική απόκριση.

Στο **5^ο Κεφάλαιο** γίνεται ανάπτυξη των δράσεων – φορτίων επί της γέφυρας καθώς και των συνδυασμών υπό τον οποίων δρούν.

Στο **6^ο Κεφάλαιο** παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των δράσεων επί των μελών της γέφυρας αλλά και των εντατικών μεγεθών που ασκούνται στις διατομές αυτών.

Στο **7^ο Κεφάλαιο** πραγματοποιείται μία προσπάθεια να αντικατασταθούν οι διατομές των μελών που αστοχούν από τις παραπάνω φορτίσεις με αντίστοιχες συγκολλητές προκειμένου να αυξηθεί η φέρουσα ικανότητα της γέφυρας.

Στο **8^ο Κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη του αρχικού φορέα και του ενισχυμένου φορέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Περιγραφή και Χαρακτηριστικά Γέφυρας Bailey (USA ARMY DC, 9 May 1986) (ΒΑΡΛΑΜΟΣ n.d.)Γενικά

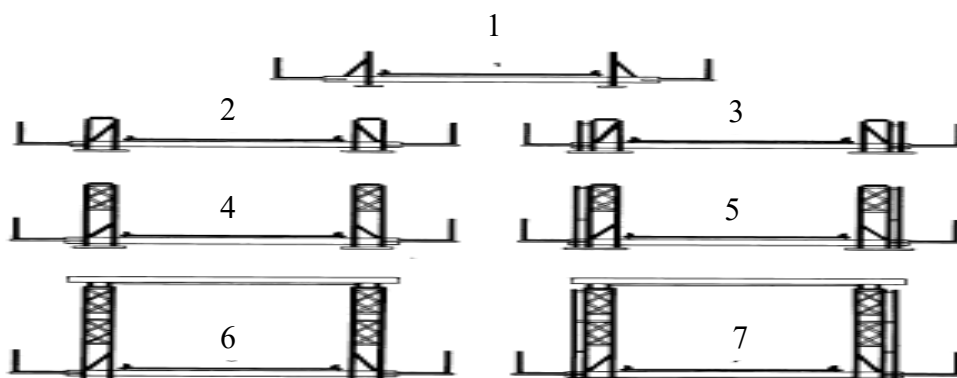
Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας θα παρουσιασθεί κατά κύριο λόγο ο φορέας της μεταλλικής δικτυωτής γέφυρας Bailey 16 διπλών πλήρων στοιχείων 48,768 m (160 ποδών) διπλής κυκλοφορίας τύπου M2 από πλευράς υλικών, τρόπου σύνδεσης και φέρουσας ικανότητας, όπως αυτά αναφέρονται στο σχετικό Τεχνικό Εγχειρίδιο (USA ARMY DC, 9 May 1986).

2.Χαρακτηριστικά Γέφυρας Bailey

2.1Τύποι Φορέα

Με το υλικό των συλλογών της γέφυρας Bailey μπορούν να κατασκευαστούν αμφιέριστοι και με κατάλληλη προσαρμογή συνεχείς φορείς. Οι αμφιέριστοι φορείς μπορούν να καλύψουν ανοίγματα από 30 πόδια (9,144 μέτρα) έως 210 πόδια(64,01 μέτρα). και έχουν φέρουσα ικανότητα πάνω από 100 τόνους, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και συνδυασμούς ανοίγματος και τύπου φορέα.

Οι κύριες δοκοί του φορέα είναι δύο στα άκρα οι οποίοι ανάλογα με τις απαιτήσεις φέρουσας ικανότητας μορφοποιούνται στις γέφυρες των σκαριφημάτων της εικόνας 1 των οποίων ο χαρακτηρισμός φαίνεται στον πίνακα 1.



Εικόνα 1:Μορφές φορέα Bailey

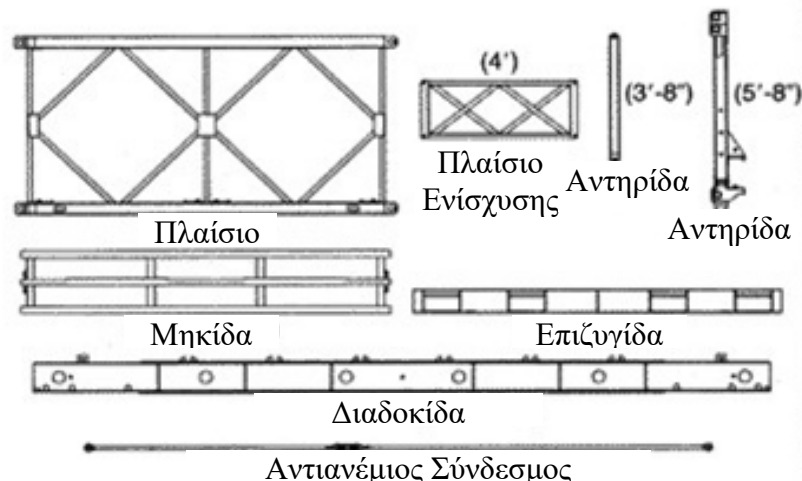
πηγη:FM 5-277-http://library.enlisted.info/field-manuals/series-1/FM5_277/CH1.PDF

A/A	ΤΥΠΟΣ ΦΟΡΕΩΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΝΤΜΗΣΗ
1	Μία σειρά πλαισίων, ένας όροφος	Απλός - Απλός	A/A
2	Δύο σειρές πλαισίων ένας όροφος	Διπλός - Απλός	Δ/A
3	Τρεις σειρές πλαισίων, ένας όροφος	Τριπλός - Απλός	T/A
4	Δύο σειρές πλαισίων, δύο όροφοι	Διπλός - Διπλός	Δ/Δ
5	Τρεις σειρές πλαισίων, δύο όροφοι	Τριπλός - Διπλός	T/Δ
6	Δύο σειρές πλαισίων, τρεις όροφοι	Διπλός - Τριπλός	Δ/T
7	Τρεις σειρές πλαισίων, τρεις όροφοι	Τριπλός - Τριπλός	T/T

Πίνακας 1: Ονοματολογία φορέων Bailey

2.2 Εξαρτήματα-υλικά της συλλογής γέφυρας Bailey

Ο κάθε φορέας αποτελείται από τα ίδια εξαρτήματα με τη μόνη διαφορά ότι από φορέα σε φορέα αυξάνεται ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων τεμαχίων από κάθε ομάδα εξαρτημάτων.



Εικόνα 2:Κύρια μέρη και εξαρτήματα συλλογής γέφυρας Bailey

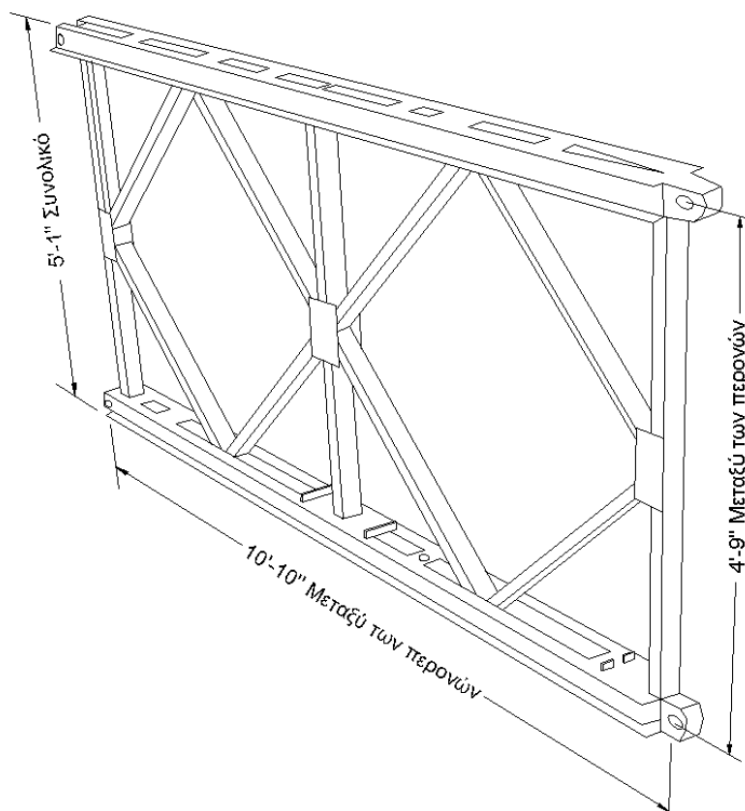
πηγή:FM 5-277

2.2.1.Πλαίσιο (Panel)

α. Το πλαίσιο (Εικόνα 3) είναι το κύριο υλικό της γέφυρας. Είναι ηλεκτροσυγκολλημένο δικτύωμα από χαλύβδινα μεγάλης αντοχής τεμάχια. Έχει μήκος 10 πόδια (3,05 μέτρα), ύψος 5 πόδια και 1 ίντσα (1,55 μέτρα) και πλάτος 6.½ ίντσες (16,51 εκατοστά). Το βάρος του είναι 577 λίβρες ή 261,72 κιλά και μεταφέρεται από 6 άνδρες με ράβδους μεταφοράς.

β. Τα οριζόντια μέρη του πλαισίου καλούνται πέλματα. Οι διαδοκίδες στερεώνονται πάνω σε 4 υποδοχές τις οποίες έχει το πλαίσιο στην πάνω επιφάνεια του κάτω πέλματος, κοντά στους ορθοστάτες τους. Η κατά πλάτος απόσταση μεταξύ των κέντρων των οπών των τórμων του πλαισίου, είναι 4 πόδια και 9 ίντσες (1,45 μέτρα).

γ. Τα πέλματα του πλαισίου φέρουν στη μία άκρη αρσενικούς τórμους, ενώ στην άλλη άκρη θηλυκούς τórμους. Τα πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους με τα άκρα τους, όπου το θηλυκό του ενός πλαισίου ενώνεται με το αρσενικό του άλλου πλαισίου. Η σύνδεση και σταθεροποίηση γίνεται με την τοποθέτηση περονών μέσα από τις οπές των τórμων.



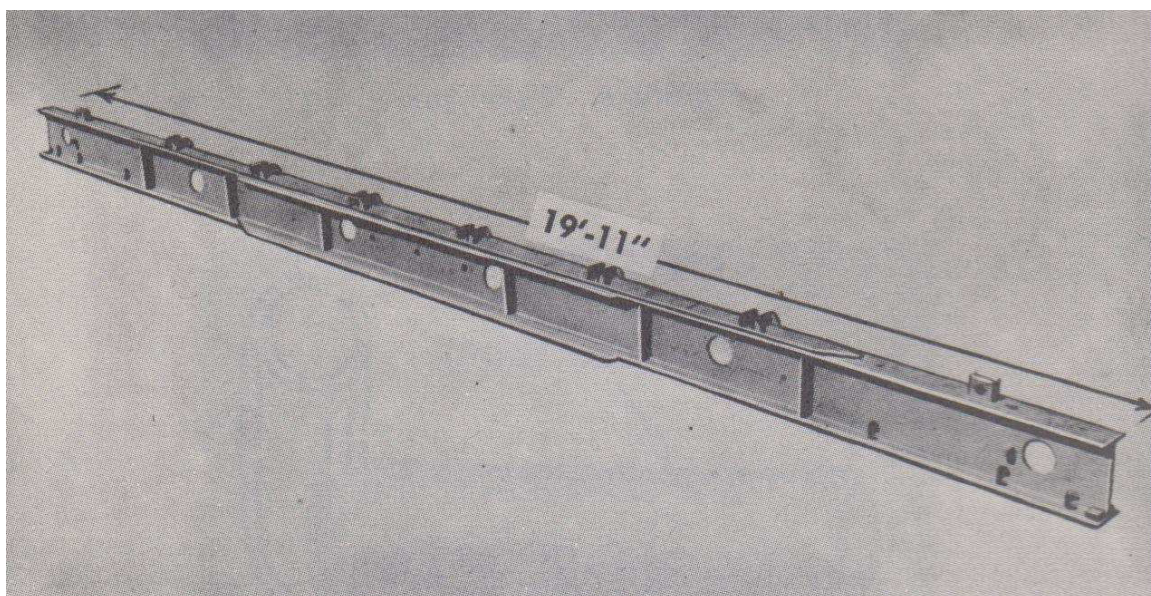
Εικόνα 3 Πλαίσιο

2.2.2. Διαδοκίδα (Transom)

α. Η διαδοκίδα (Εικόνα 4) χρησιμεύει για την υποστήριξη του καταστρώματος. Έχει σχήμα διπλού T, ύψος 10 ίντσες και μήκος 19 πόδια και 11 ίντσες, με πέλματα 4. ½ ίντσας και με πλάκα ενισχύσεως των πελμάτων πάχους 5/16 ιντσών. Έχει βάρος 618 λίβρες και μεταφέρεται από 8 άντρες είτε με ράβδους μεταφοράς οι οποίες εισέρχονται μέσα από οπές τις οποίες έχει η διαδοκίδα στο εσωτερικό της, είτε με αρπάγες μεταφοράς οι οποίες συγκρατούν τη διαδοκίδα από το πάνω πέλμα της.

β. Το κάτω πέλμα της διαδοκίδας έχει 6 οπές, μέσα στις οποίες προσαρμόζονται οι τóρμοι των πλαισίων για τη συγκράτηση αυτής. Στο πάνω πέλμα της διαδοκίδας υπάρχουν 6 εγκοπές (“αυτάκια”) για τη συγκράτηση των μηκίδων. Σε κάθε ένα άκρο της υπάρχουν ένας επιπλέον τóρμος, για τη προσαρμογή των αντηρίδων και τóρμοι – υποδοχές για τη στερέωση των διαδοκίδων του πεζοδρομίου.

γ. Οι διαδοκίδες στηρίζονται στην πάνω επιφάνεια του κάτω πέλματος των πλαισίων και στερεώνονται με τους συνδετήρες διαδοκίδων. Για κλάσεις γεφυρών μέχρι 70, τοποθετούνται 2 διαδοκίδες σε κάθε πλαίσιο, σε αποστάσεις 5 ποδών μεταξύ τους. Η μία στο μέσο και η άλλη στη μία άκρη του πλαισίου. Για κλάσεις γεφυρών πάνω από 70, απαιτούνται 4 διαδοκίδες σε κάθε στοιχείο.

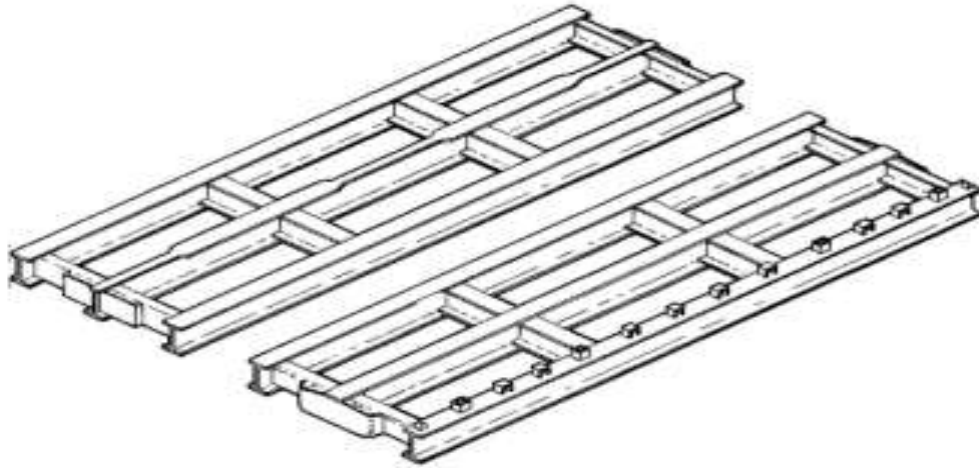


Εικόνα 4 Διαδοκίδα

2.2.3.Μηκίδα (Stringer)

α. Οι μηκίδες (Εικόνα 5) δέχονται τα φορτία των εξαρτημάτων που είναι πάνω στο κατάστρωμα της γέφυρας. Αποτελούνται από τρεις χαλύβδινους δοκούς σχήματος διπλού Ταυ 4 ιντσών (10,16 εκατοστά), μήκους 10 ποδών, όπου συνδέονται με συγκολλημένα μεταξύ τους τεμάχια. Υπάρχουν δύο είδη μηκίδων, οι ακραίες μηκίδες βάρους 267 λιβρών (121,11 κιλά) και οι μεσαίες μηκίδες βάρους 260 λιβρών (117,93 κιλά). Η μόνη διαφορά στις μηκίδες αυτές είναι ότι οι ακραίες έχουν 12 υποδοχές, στη μία ακραία χαλύβδινη δοκό, οι οποίες συγκρατούν τις άκρες των διπλάκων.

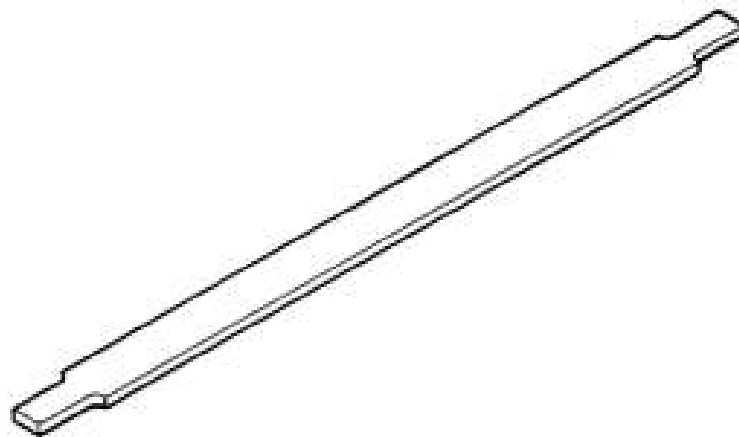
β. Κάθε στοιχείο γέφυρας έχει 6 μηκίδες, τέσσερις μεσαίες και δύο ακραίες (μία σε κάθε πλευρά) Οι μηκίδες συγκρατούνται στις θέσεις τους, από τις εγκοπές τις οποίες έχει η διαδοκίδα.



Εικόνα 5 Μηκίδα

2.2.4. Δίπλακες (Chess)

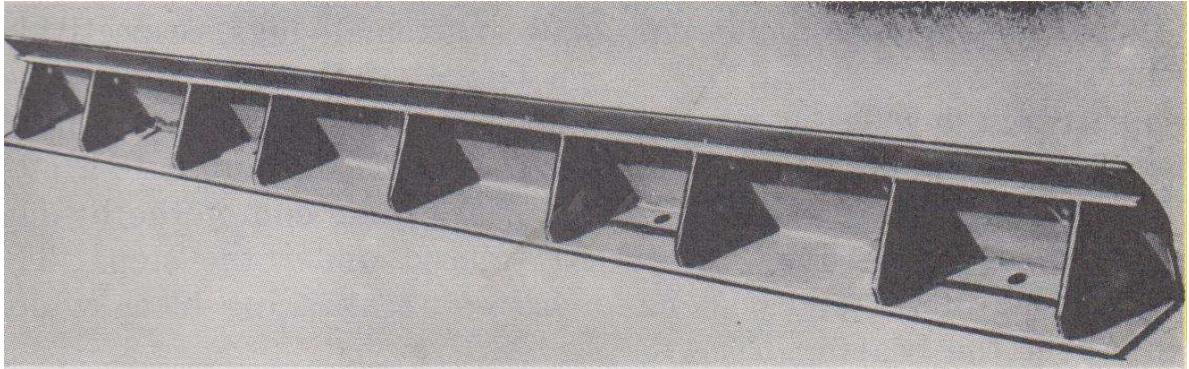
Οι δίπλακες (Εικόνα 6) σχηματίζουν την επιφάνεια του καταστρώματος. Έχουν πάχος 2 ίντσες, πλάτος 8.3/4 ίντσες και μήκος 13 πόδια και 10 ίντσες. Είναι ξύλινες και ζυγίζουν 65 λίβρες. Στα άκρα τους φέρουν εγκοπές ώστε να προσαρμόζονται μέσα στις υποδοχές των ακραίων μηκίδων. Κάθε στοιχείο γέφυρας αποτελείται από 13 δίπλακες, τοποθετημένες κάθετα με τις μηκίδες και μέσα στις υποδοχές αυτών. Συγκρατούνται στη θέση τους με τις επιζυγίδες.



Εικόνα 6 Δίπλακες

2.2.5.Επιζυγίδες(Ribands)

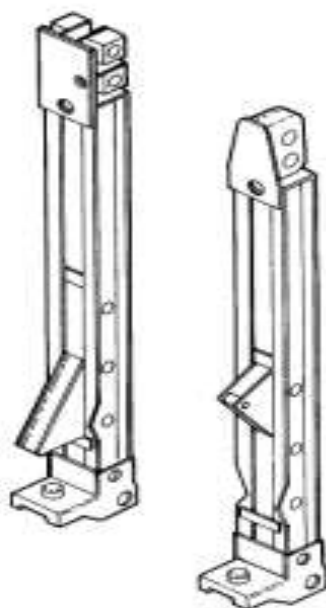
Οι επιζυγίδες (Εικόνα 7) είναι χαλύβδινα τμήματα του καταστρώματος με διττή χρήση. Πρώτα για να συγκρατούν της δίπλακες σε επαφή με τις μηκίδες και κατά δεύτερο για να προστατεύουν τα πλαίσια από πρόσκρουση οχημάτων επι αυτών. Έχουν μήκος 10 πόδια (3,048 μέτρα) και βάρος 74 κιλά.



Εικόνα 7 Επιζυγίδες

2.2.6.Ακραίοι Ορθοστάτες.

Οι ακραίοι ορθοστάτες (εικόνα Δ-16) τοποθετούνται και στα δύο άκρα της γέφυρας παραλαμβάνοντας τις τέμνουσες δυνάμεις. Τοποθετούνται στα πλαίσια του ορόφου που συγκρατεί – φέρει το κατάστρωμα. Έχουν ύψος 5 πόδια και θίντσες και είναι κατασκευασμένοι από δύο αυλακωτούς, συγκολλημένους με πλάκες, δοκούς πλάτους 4 ιντσών. Υπάρχουν δύο τύποι ορθοστατών, οι αρσενικοί και οι θηλυκοί, οι οποίοι έχουν αρσενικούς και θηλυκούς τórμους αντίστοιχα. Οι τórμοι αυτοί στερεώνονται στα ακραία πλαίσια της γέφυρας με περόνες πλαισίων, διερχόμενες μέσα από τις οπές αυτών. Οι αρσενικοί ορθοστάτες ζυγίζουν 121 λίβρες και οι θηλυκοί 130 λίβρες. Οι ακραίοι ορθοστάτες έχουν υποδοχή για τη στήριξη της διαδοκίδας, τοποθετημένης εξωτερικά των πλαισίων στο ένα άκρο της γέφυρας. Κατά την ανύψωση της γέφυρας οι γρύλλοι τοποθετούνται κάτω από την αναφερόμενη παραπάνω υποδοχή. Το κάτω μέρος του ορθοστάτη έχει ημικυκλική υποδοχή, η οποία εφαρμόζει πάνω στα εφέδρανα

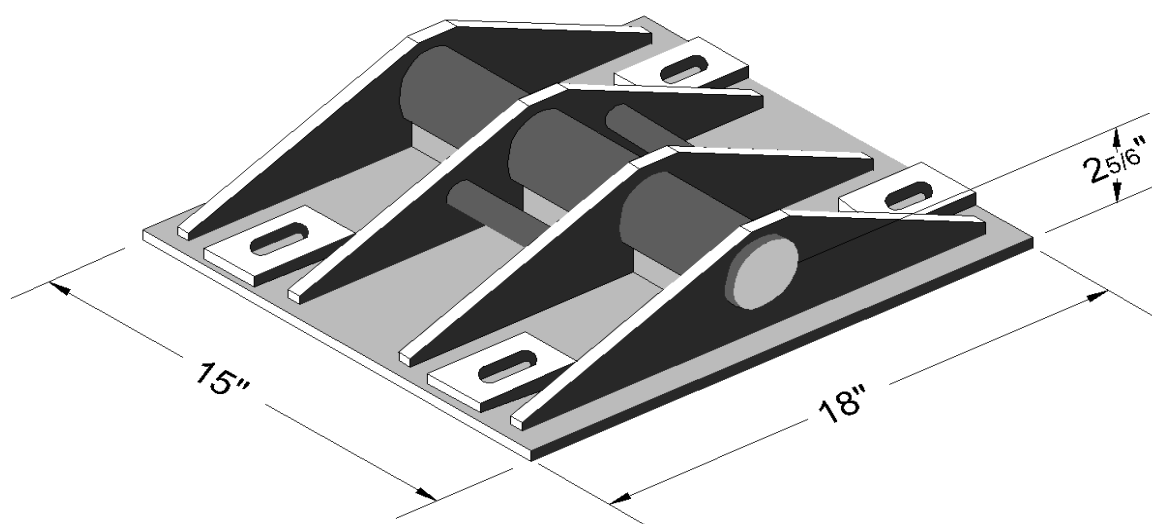


Εικόνα 8 Ακραίοι Ορθοστάτες

2.2.7.Εφέδρανα.

Σκοπός των εφεδράνων (Εικόνα 9) είναι η κατανομή του φορτίου της γέφυρας στην πλάκα εδράσεως. Τα εφέδρανα αποτελούνται από συγκολλημένα χαλύβδινα τεμάχια, τα οποία φέρουν μία στρογγυλή ράβδο, πάνω στην οποία κάθετη η κοίλη ημικυκλική επιφάνεια εδράσεως των ακραίων ορθοστατών της γέφυρας. Κατά την

κατασκευή της γέφυρας, τα εφέδρανα χρησιμοποιούνται για τη στήριξη των ταλαντευόμενων κυλίστρων πάνω σε αυτά. Η στρογγυλή ράβδος του εφεδράνου διαιρείται σε τρία τμήματα με κατακόρυφες πλάκες. Σε A/A γέφυρα, ο ορθοστάτης στηρίζεται στο μεσαίο τμήμα της ράβδου του εφεδράνου. Σε γέφυρα διπλή κατά πλάτος τοποθετούνται δύο εφέδρανα, όπου κάθε ορθοστάτης στηρίζεται στο μεσαίο τμήμα της ράβδου κάθε εφεδράνου. Για τριπλή κατά πλάτος γέφυρα τοποθετούνται πάλι δύο εφέδρανα και ο μιν εσωτερικός ορθοστάτης στηρίζεται στο μεσαίο τμήμα της ράβδου του εσωτερικού εφεδράνου, οι δε δύο εξωτερικοί ορθοστάτες στηρίζονται στα δύο ακραία τμήματα της ράβδου του εξωτερικού εφεδράνου. Το ύψος του εφεδράνου είναι $4 \frac{5}{16}$ ίντσας, οι διαστάσεις του είναι $15'' \times 18''$, ενώ το βάρος του είναι 68 λίβρες. Η εικόνα Δ-29 δείχνει τις θέσεις των εφεδράνων κάτω από γέφυρα απλή, διπλή και τριπλή κατά πλάτος.

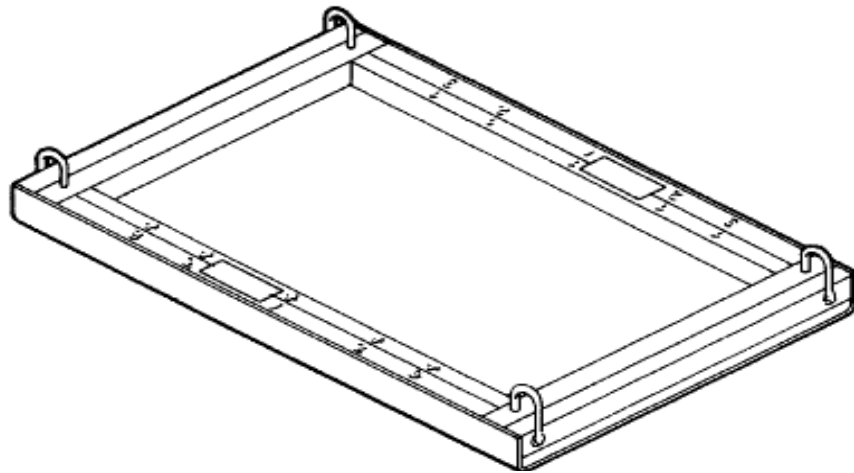


Εικόνα 9 Εφέδρανα

2.2.8. Πλάκα Εδράσεως

Η πλάκα εδράσεως (Εικόνα 10) αποτελείται από συγκολλημένα χαλύβδινα τμήματα. Είναι τελείως επίπεδη και στις τέσσερις πλευρές της φέρει προεξοχές πάνω από την επιφάνεια της. Στις τέσσερις γωνίες της, έχει χειρολαβές για τη μεταφορά της. Η πλάκα εδράσεως χρησιμεύει για την τοποθέτηση πάνω σε αυτήν, των εφεδράνων και για την εν συνεχεία διανομή των φορτίων της γέφυρας στο έδαφος ή σε ξύλινες εσχάρες. Η επιφάνεια εδράσεως της πλάκας είναι $13 \frac{1}{2}$ τετραγωνικά πόδια, ενώ το βάρος της είναι 381 λίβρες (172,82 κιλά). Είναι αρκετά

μεγάλη για να δέχεται τα εφέδρανα της γέφυρας. Τα εφέδρανα μπορούν να ολισθαίνουν πάνω στην πλάκα κατά 9 ίντσες (22,86 εκατοστά). Στις δύο μεγάλες πλευρές της, έχει χαραγμένους τους αριθμούς 1, 2 και 3, με σκοπό να καταδεικνύεται η θέση της πλάκας κάτω από την εσωτερική σειρά των πλαισίων απλού, διπλού και τριπλού φορέα γέφυρας

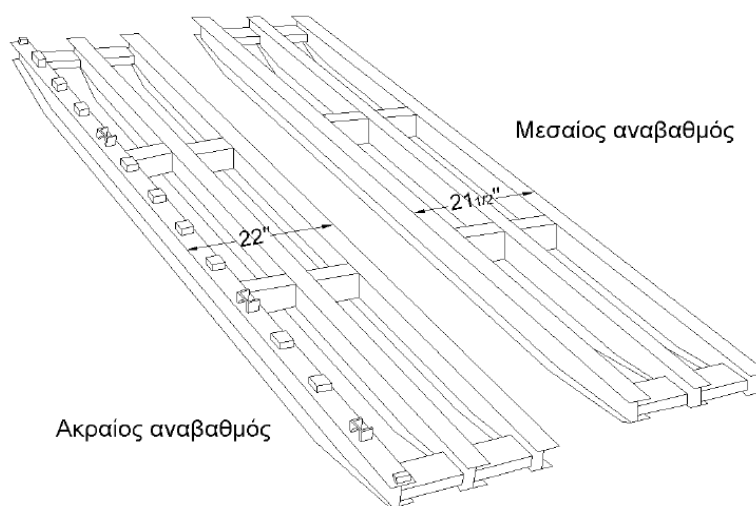


Εικόνα 10 Πλάκα Εδράσεως

2.2.9.Αναβαθμοί.

α. Οι αναβαθμοί (Εικόνα 11) είναι περίπου όμοιοι με τις μηκίδες. Αποτελούνται από χαλύβδινους δοκούς σχήματος διπλού Ταυ των 5 ιντσών, συνδεδεμένους μεταξύ τους με χαλύβδινα τεμάχια. Το μήκος τους είναι 10 πόδια. Η κάτω επιφάνεια αυτών και κοντά στις άκρες τους, παρουσιάζεται ως κεκλιμένο επίπεδο από κάτω προς τα πάνω. Υπάρχουν δύο είδη αναβαθμών: Οι μεσαίοι, οι οποίοι ζυγίζουν 338 λίβρες και οι ακραίοι, με βάρος 349 λίβρες. Οι ακραίοι και μεσαίοι αναβαθμοί είναι όμοιοι μεταξύ τους, με μόνη διαφορά ότι οι ακραίοι στη μία τους πλευρά, φέρουν 12 υποδοχές για τη συγκράτηση των διπλάκων στις θέσεις τους.

β. Για τη κατασκευή των προσβάσεων (αναβαθμών) της γέφυρας τοποθετούνται τέσσερις μεσαίοι και δύο ακραίοι αναβαθμοί, οι οποίοι συνδέουν τα άκρα της γέφυρας με τις όχθες. Εάν η κλίση είναι πολύ μεγάλη, τοποθετούνται δύο στοιχεία αναβαθμών κατά μήκος στηριζόμενα στο σημείο επαφής τους, πάνω σε διαδοκίδα, η οποία διατηρείται στη θέση της από τέσσερα πέδιλα αναβαθμών. Όταν η κλάση της γέφυρας είναι 45 και άνω, οι αναβαθμοί πρέπει να στηρίζονται στο μέσο τους, με ξύλινα υποθέματα. Τα άκρα των αναβαθμών προσαρμόζονται στις εγκοπές της ακραίας διαδοκίδας της γέφυρας.

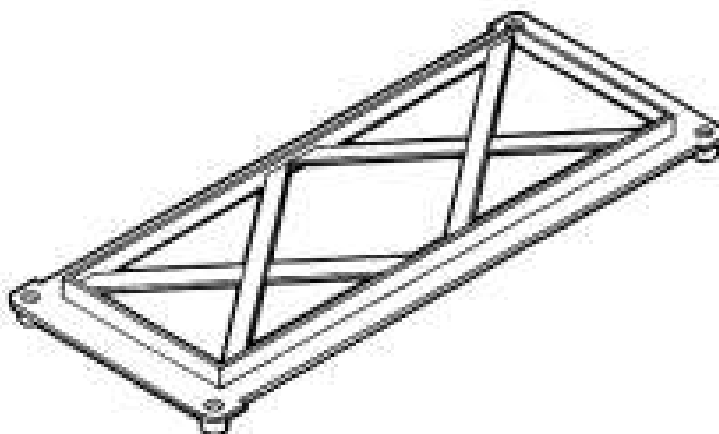


Εικόνα 11 Αναβαθμοί

2.2.10.Εγκάρσιο Πλαίσιο

Το εγκάρσιο πλαίσιο (Εικόνα 12) είναι πλαίσιο ορθογωνικού σχήματος διαστάσεων 4 πόδια και 4 ίντσες επί 1 πόδι και 8 ίντσες και σε κάθε γωνία έχει ένα κοίλο κωνικό τόρμο. Έχει βάρος 44 λίβρες. Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση των δύο εσωτερικών

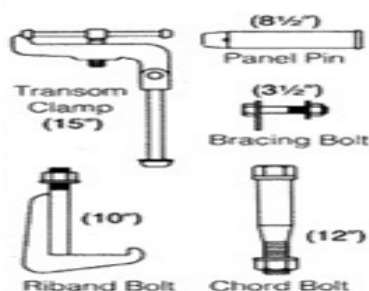
σειρών πλαισίων, σε γέφυρες διπλές και τριπλές κατά πλάτος. Τοποθετούνται οριζόντια επί των πάνω πελμάτων των πλαισίων και κατακόρυφα στη μία πλευρά αυτών (σε κάθε στοιχείο γέφυρας) και μόνο στο δεύτερο και τρίτο όροφο. Στερεώνονται με βλήτρα συνδέσμων.



Εικόνα 12 Εγκάρσιο Πλαίσιο

2.2.11.Υλικά Σύνδεσης

Διάφορα βλήτρα και πείροι χρησιμοποιούνται για τις συνδέσεις των εξαρτημάτων της γέφυρας.



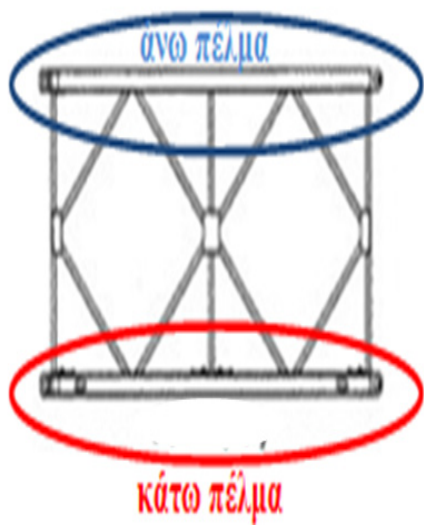
Εικόνα 13:Πείροι και βλήτρα σύνδεσης

πηγή:FM 5-277

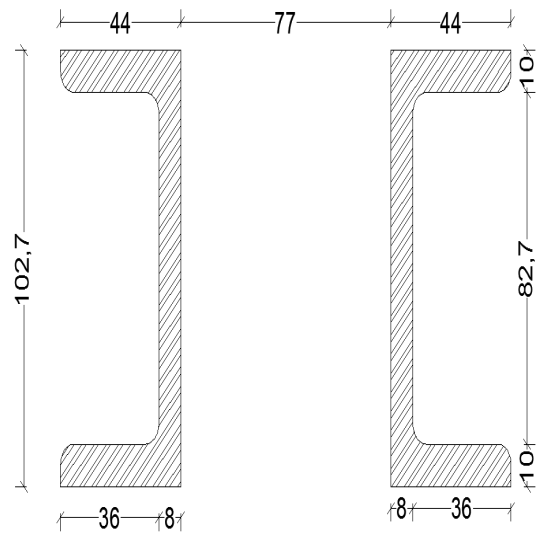
2.2.12.Γεωμετρικά και μηχανικά στοιχεία διατομών (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ n.d.)

2.2.12.(α) Διατομές πέλματος πλαισίου.

Έκαστο πέλμα πλαισίου αποτελείται από δύο διατομές τύπου [(channel) με διαστάσεις όπως απεικονίζονται στα παρακάτω σχέδια.



Εικόνα 14: Απεικόνιση πλαισίου 10 ποδών



Σκαρίφημα 1: Διατομή άνω και κάτω πέλματος δοκού

Για το πέλμα χρησιμοποιούνται δύο διατομές για καθαρά πρακτικούς λόγους καθώς επι των δοκών έχουν συγκολληθεί τεμάχια που απαιτούνται για τις συνδέσεις καθ' ύψος. Με τη χρήση των δύο διατομών σε απόσταση μεταξύ τους 77 mm επιτυγχάνεται η απρόσκοπτη συγκόλληση των ορθοστατών και των χιαστί ενισχύσεων δημιουργώντας ταυτόχρονα άκαμπτους κόμβους δικτυώματος. Έκαστη διατομή του άνω ή κάτω πέλματος του πλαισίου έχει:

2.2.12(α).(1) Εμβαδό A(α-κ) πέλματος

$$= 3083,2 \text{ mm}^2.$$

2.2.12.(α).(2) Ροπή αδράνειας ισχυρού άξονα I3-3

$$= 4549860 \text{ mm}^4 = 454,9860 \text{ cm}^4 = 4,55 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4.$$

2.2.12.(α).(3) Ροπή αδράνειας ασθενούς άξονα I2-2

$$= 9123074 \text{ mm}^4 = 912,3074 \text{ cm}^4 = 9,21 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4.$$

2.2.12(α).(4) Ροπή αδράνειας διατομής σύνθετης δικτυωτής δοκού

Η ροπή της σύνθετης δικτυωτής δοκού αποτελούμενης από τα πλαίσια των 10 ποδών υπολογίζεται με δύο (2) τρόπους προκειμένου να διαπιστωθεί η αξιοπιστία των μεθόδων.

Υπολογισμός ροπών αδράνειας δοκού με τη κλασική θεωρητική μεθοδολογία

$$A_{\text{διατομής}} = 2 * A_{(\alpha-\kappa) \text{ πέλματος}} = 2 * 3083,2 \text{ mm}^2 = 6166,4 \text{ mm}^2.$$

$$I_{3-3} = 3,238 * 10^9 \text{ mm}^4 = 323825 \text{ cm}^4 = 0,003238 \text{ m}^4.$$

$$I_{2-2} = 18246147 \text{ mm}^4 = 1824,6147 \text{ cm}^4 = 1,125 * 10^{-5} \text{ m}^4.$$

Υπολογισμός σύμφωνα με τις διατάξεις του EC-3

$$I_{\text{eff}} = 2 * A_f * \left(\frac{h_0}{2}\right)^2 = 0,5 * A_f * h_0^2 = 0,5 * 3083,2 * 1550^2 = 0,003704 \text{ m}^4.$$

Παρατηρείται μια διαφορά στο αποτέλεσμα των υπολογισμών της τάξης του 12,56% με μεγαλύτερη την υπολογιζόμενη σύμφωνα με τις διατάξεις του EC-3. Αυτή η διαφορά προκύπτει από το γεγονός ότι στη μέθοδο του EC-3 θεωρείται στον υπολογισμό όλο το εμβάδο των πελμάτων.

2.2.12.(β) Διατομές ορθοστατών και διαγωνίων μελών πλαισίων

Έκαστο εκ των ορθοστατών και διαγωνίων είναι της αυτής διατομής τύπου [(channel) με διαστάσεις όπως απεικονίζονται στο παρακάτω σκαρίφημα.

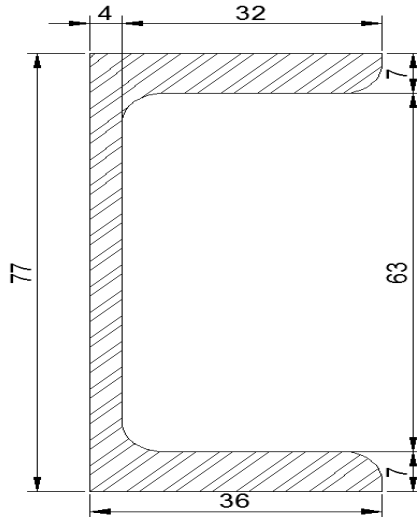
$$h = 77 \text{ mm}$$

$$b = 32 \text{ mm}$$

$$t_w = 4 \text{ mm}$$

$$t_f = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Ροπή αδράνειας ασθενούς άξονα } I_{2-2} = 8960 \text{ mm}^4 = 0,000896 \text{ m}^4$$



Σκαρίφημα 2: Διατομή ορθοστάτη και διαγώνιου μέλους πλαισίου

2.2.12.(γ) Διατομή διαδοκίδας

Η διαδοκίδα είναι διατομής σειράς IPN με τα παρακάτω χαρακτηριστικά τα οποία μετρήθηκαν επί τόπου με παχύμετρο:

$$G = 46,13 \text{ Kg/m}$$

$$h = 265 \text{ mm}$$

$$b = 115 \text{ mm}$$

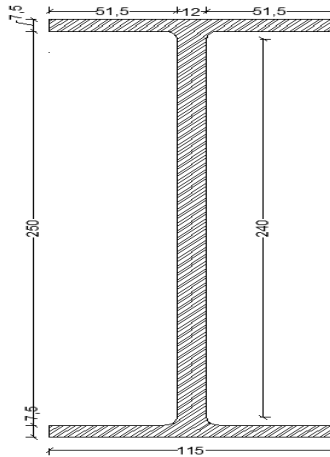
$$t_w = 12 \text{ mm}$$

$$t_f = 7,5 \text{ mm}$$

$$A = 45,7 \text{ cm}^2$$

$$r_1 = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Ροπή αδράνειας ασθενούς άξονα } I_{2-2} = 0.0000323438 \text{ m}^4$$



Σκαρίφημα 3:Διατομή διαδοκίδας

2.2.13 Κατάταξη διατομών.

Διατομή πελμάτων (2xUPN)

Το όριο διαρροής ελήφθη κατόπιν πειραματικών δεδομένων $f_y=344$ MPa.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{344}} = 0,826 \quad \Rightarrow \quad \frac{c}{t} = \frac{44}{10} = 4,4 < 9 * \varepsilon = 0,826$$

επομένως η διατομή είναι κατηγορίας 1.

Διατομή ορθοστατών και διαγωνίων πλαισίου(UPN)

$$\frac{c}{t} = \frac{36}{7} = 5,14 < 9 * \varepsilon = 0,826 \quad \text{επομένως η διατομή είναι κατηγορίας 1.}$$

Διατομή διαδοκίδας (IPN)

$$\frac{c}{t} = \frac{115-12}{7.5} = 6.87 < 9 * \varepsilon = 0,826 \quad \text{επομένως η διατομή είναι κατηγορίας}$$

1.

2.2.14 Υπολογισμός της διατμητικής δυσκαμψίας δοκού από πλαίσια Bailey. (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ n.d.)

Ο υπολογισμός της διατμητικής δυσκαμψίας της δικτυωτής δοκού του φορέα ακολουθεί την παρακάτω πορεία:

α. Εφαρμόζεται στο φορέα μια μοναδιαία εγκάρσια δύναμη $V=1\text{kN}$.

β. Προσδιορίζεται η ένταση στις ράβδους του δικτυώματος.

γ. Προσδιορίζεται η πλευρική παραμόρφωση ενός φατνώματος του δικτυώματος από τη σχέση $\delta_s = \Sigma \int \frac{N^2}{EA} dx$. όπου N = αξονικές δυνάμεις των μελών του δικτυώματος λόγω της μοναδιαίας δύναμης και A = Αντίστοιχα εμβαδά των διατομών.

δ. Η διατμητική παραμόρφωση του φατνώματος, ύψους a , δίνεται από τη σχέση $\varphi = \frac{\delta_s}{a}$.

ε. Η διατμητική δυσκαμψία προσδιορίζεται από τη σχέση $S_V = \frac{V}{\varphi} = \frac{1}{\varphi}$ καθώς $V=1$.

Στη παρούσα εργασία για τον υπολογισμό της διατμητικής δυσκαμψίας χρησιμοποιείται ένα εκ των πλαισίων του φορέα το οποίο στηρίζεται με αρθρώσεις στους κόμβους αρχής (άνω και κάτω πέλμα) και φόρτιζεται με μοναδιαίο φορτίο 1 kN κόμβο της θέσης A όπως φαίνεται στην εικόνα 5. Οι μετατοπίσεις των ακραίων κόμβων είναι αντίστοιχα $\delta_{s1} = 0,0476$ και $\delta_{s2} = 0,0433$ από όπου θεωρώντας τον μέσο όρο τους υπολογίζουμε :

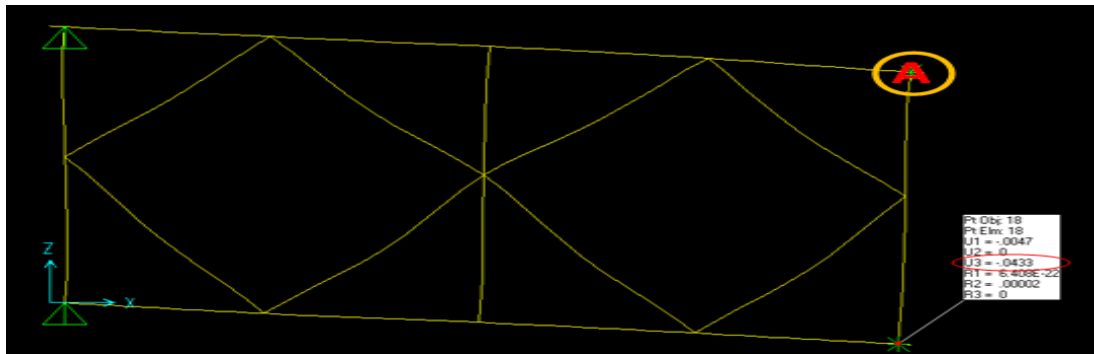
$$\delta_{\text{average}} = 0,04545\text{mm}$$

$$\varphi = \frac{\delta_s}{a} = \frac{0,04545}{2948} = 1,542 * 10^{-5}$$

$$\text{Επομένως η διατμητική δυσκαμψία είναι } S_V = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1,542 * 10^{-5}} = 64862,5 \text{ kN}$$

Για λόγους ανάλυσης μπορούμε να αντικαταστήσουμε ένα δικτυωτό κορμό από ένα ολόσωμο ισοδύναμο πάχους $(t_w)_{\text{eq}}$.

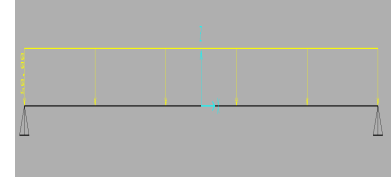
$$t_{weq} = \frac{S_v}{G \cdot h_w} = \frac{64892,5 \text{ kN}}{75,5549 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \cdot 1550 \text{ mm}} = 0,55 \text{ mm}$$



Εικόνα 15: Επίλυση πλαισίου με το Sap14 για τον υπολογισμό του S_v

2.2.15 Μεγεθυντικός συντελεστής βέλους λόγω παραμορφώσεων εκ τεμνούσων σε δοκούς ενός ανοίγματος. (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ n.d.)

Στο Πίνακα 2 παρατίθενται τα βέλη λόγω ροπών κάμψης και ο μεγεθυντικός συντελεστής βέλους όταν ληφθούν υπόψη τα έργα εκ τεμνουσών.

Σύστημα	Βέλη Εκ Ροπών W_M	Βέλη εκ Τεμνουσών W_v	$\frac{W_M + W_v}{W_M}$
	$\frac{5ql^4}{384EI}$	$\frac{ql^2}{8S_v}$	$1 + \frac{48EI}{5l^2S_v}$

Πίνακας 2:Μεγεθυντικός συντελεστής βέλους λόγω παραμορφώσεων εκ τεμνουσών

Χάλυβας κατασκευής εξαρτημάτων και υλικών γέφυρας Bailey (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ n.d.)

Η γέφυρα Bailey είναι μια κατασκευή με διαχρονική χρήση. Η σύλληψη της το 1943 με μελλοντική πρόβλεψη για την κάλυψη αναγκών αυξανόμενων φορτίων, με την εξέλιξη της βιομηχανίας, οδήγησε την Βρετανική Βιομηχανία Χάλυβα στη βελτίωση των, μηχανικών χαρακτηριστικών του κράματος BS 968 1941(War Emergency Standard), το οποίο είχε χαρακτηριστικά ίδια με αυτό του BS 548 1934 , στο BS 968 No₁ 1943 (War Time Amendend) . Οι αυξημένες απαιτήσεις στις κατασκευές και ειδικά για το υλικό της γέφυρας Bailey οδήγησε στη συνέχεια το 1962 με την εφαρμογή νέων τεχνικών παρασκευής την ανάπτυξη του BS 968 1962 με βελτίωση στο όριο διαρροής. Στα πλαίσια της δοκού και στους οριζόντιους

συνδέσμους δυσκαμψίας (αντιανέμια) χρησιμοποιείται χάλυβας BS 968 και στα υπόλοιπα χρησιμοποιείται χάλυβας BS 15. Για τους πείρους των πλαισίων χρησιμοποιείται κράμα χάλυβα με μολυβδαίνιο-μαγγάνιο για την επίτευξη υψηλών αντοχών. Λεπτομέρειες παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.

BS 15					
	πάχος υλικού σε inches	πάχος υλικού σε mm	Όριο διαρροής σε ton/sq.in	Όριο διαρροής σε Mpa	σmax εφελκυσμού (Mpa)
έως	0.75	19.05	16	220.64	455.07
έως	1.5	38.1	15	206.85	
πάνω από	1.5	38.1	14.75	203.4025	
BS 968 1941					
	1.25	31.75	23	317.17	592.97
	1.75	44.45	22	303.38	
	2.25	57.15	21	289.59	
	2.75	69.85	20	275.8	
πάνω από	2.75	69.85	19	262.01	
BS 968 1943					
μέχρι	0.75	19.05	21	289.59	565.39
πάνω από	0.75	19.05	19	262.01	537.81
BS 968 1962					
	0.625	15.875	23	317.17	537.81
	1.25	31.75	22.5	310.275	
	2	50.8	22	303.38	

Πίνακας 3:Χρησιμοποιούμενοι τύποι χάλυβα στα εξαρτήματα γέφυρας Bailey

Η εταιρία παραγωγής του υλικού της Bailey χρησιμοποιεί σήμερα χάλυβα υψηλής αντοχής με όριο διαρροής στα 50.000 psi /344 Mpa (ASTM A242) με αυξημένες αντοχές στις επιδράσεις των περιβαλλοντικών επιδράσεων.

Λόγω της αδυναμίας λήψης δοκιμών (coupons) από το υλικό της γέφυρας, τόσο για πρακτικούς όσο και για οικονομικούς λόγους θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα προγενέστερης εργασίας που αφορά γέφυρα Bailey στο Πακιστάν (LTD n.d.).

Όσο αφορά το μέτρο ελαστικότητας αυτό υπολογίστηκε με τη εκτέλεση δοκιμών σε δοκίμια τα οποία ελήφθησαν από πλαίσια του ίδιου έτους κατασκευής με αυτά της υπόψη εργασίας.

Ο μέσος όρος των εργαστηριακών αυτών μετρήσεων είναι :

- Για το μέτρο ελαστικότητας : $E=30.000 \text{ Ksi}$ ήτοι $206,8 \text{ GPa}$.
- Για το φορτίο διαρροής των πελμάτων πάνελ: $P=\text{min}:90 \text{ kN}$ $\text{max}:110 \text{ kN}$
- Για το όριο διαρροής : $f_y = 50 \text{ Ksi}/344 \text{ MPa}$
- Για το όριο θραύσης : $f_u = 78 \text{ Ksi}/540 \text{ MPa}$

Ιδιότητα	Υλικό	Μονάδα	Τιμή
E:μέτρο ελαστικότητας	Steel BS 968	Gpa	206,8
f _y :τάση διαρροής	Steel BS 968	Mpa	344
f _u : τάση θραύσης	Steel BS 968	Mpa	540

Πίνακας4:Πίνακας μέσωσν όρων παραδοχών ιδιοτήτων χάλυβα BS968

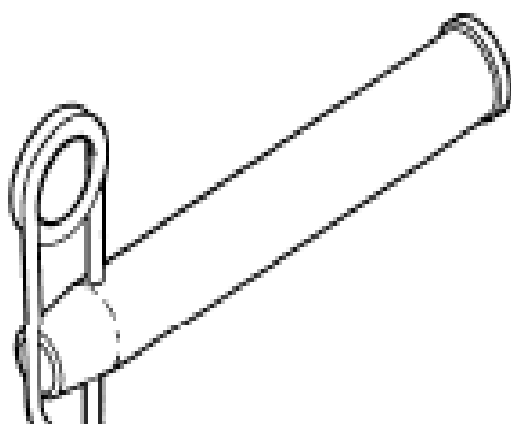
2.2.16.Λεπτομέρειες σύνδεσης των διαφόρων τμημάτων (ΣΤΡΑΤΟΥ n.d.)

2.2.16.(α). Γενικά

Η σύνδεση των διαφόρων τμημάτων της γέφυρας Bailey γίνεται είτε με πείρους είτε με κοχλίες. Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι κυριότερες και κρισιμότερες εξ αυτών.

2.2.16(α).(1).Σύνδεση Πλαισίων.

Η σύνδεση των πλαισίων υλοποιείται με πείρους (panel pins)



Εικόνα 16:Πείρος Σύνδεσης Πλαισίων

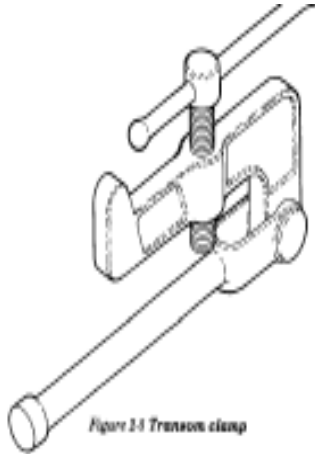
πηγη:FM 5-277



Εικόνα 17: Πείρος στη θέση σύνδεσης

2.2.16.(α).(2)Σύνδεση διαδοκίδων

Η σύνδεση των διαδοκίδων πραγματοποιείται με το συνδετήρα διαδοκίδας. Πρόκειται για ένα εξάρτημα το οποίο συγκρατεί την διαδοκίδα στο πέλμα του με σύνδεση πέλματος και ορθοστάτη και έχει βάρος 3,2 κιλά..



Εικόνα 18:Συνδετήρας Διαδοκίδας



Figure 6 Λεπτομέρεια από σύνδεση διαδοκίδας
:

2.2.16.(α).(3).Σύνδεση Δίπλακας

Η σύνδεση της δίπλακας με τις μηκίδες γίνεται με απλή έδραση επί αυτών (φωτογραφία 8).

2.2.16.(α).(4).Σύνδεση μηκίδας με επιζυγίδα

Η σύνδεση της μηκίδας με την επιζυγίδα γίνεται με το βλήτρο επιζυγίδας όταν το υλικό είναι της συλλογής της γέφυρας. Συνήθως στη γεφύρωση κωλυμάτων οι οποίες πραγματοποιήθηκαν από την τοπική αυτοδιοίκηση παρατηρούνται αυτοσχέδιες επεμβάσεις.



Figure 7 Αυτοσχεδίες Επιζυγίδες σε Τριπλό-Διπλό Φορέα στο Θέρμο Αιτωλοακαρνανίας



Figure 8 Κατάστρομα με επιζυγίδες της συλλογής γέφυρας Bailey

2.2.16.(α).(3).Σύνδεση των οριζόντιων συνδέσμων δυσκαμψίας

Η σύνδεση των στοιχείων αυτών γίνεται σε χιαστί διάταξη ανά δύο και συνδέονται με τα πλαίσια του αυτού κάθε φορά στοιχείου με πείρους όπως φαίνεται στη φωτογραφία.

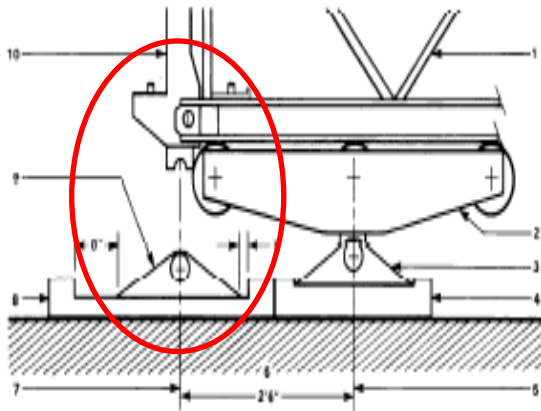


Figure 9 Λεπτομέρεια σύνδεσης αντιανέμιων συνδέσμων

2.2.17. Έδραση γέφυρας

Η έδραση της γέφυρας πραγματοποιείται με την τοποθέτηση ορθοστατών στα τέσσερα ανεξάρτητα άκρα και τη κατασκευή εσχάρας. Βασικό μειονέκτημα είναι ότι με την διαδικασία αυτή σε ασταθή εδάφη είναι δυνατό να προκληθούν

διαφορικές καθιζήσεις. Το πρόβλημα αυτό έχει αποκατασταθεί στη μετεξέλιξη της γέφυρας Bailey που είναι η τύπου Mabey-Johnson



Εικόνα 19:Λεπτομέρεια έδρασης της γέφυρας μέσω ορθοστάτη στη πλάκα έδρασης.



Εικόνα 20:Λεπτομέρεια έδρασης απλού φορέα 80 ποδών

2.3 Περιγραφή του φορέα Bailey τύπου ΔΙΠΛΟΣ-ΑΠΛΟΣ 80 ποδών

2.3.1 Γενικά

Ο υπό εξέταση φορέας είναι τύπου διπλός – απλός συνολικού μήκους 80 ποδών (24,384 μέτρα).



Figure 10 Εγκατεστημένος φορέας Διπλός-Απλός 80 ποδών

2.3.2 Στατικό Προσωμίσωμα και γεωμετρικά χαρακτηριστικά γέφυρας

Πρόκειται για ισοστατικό (αμφιέριστο) φορέα ο οποίος στα άκρα του φέρει δύο δικτυωτές δοκούς, αποτελούμενες από δύο σειρές πλαισίων κατά πλάτος και μια σειρά πλαισίων καθ' ύψος συνολικού μήκους 80 ποδών (16 πλαίσια των 10 ποδών έκαστη), μορφής δικτυώματος ρόμβου με παράλληλα ευθύγραμμα πέλματα.

Για την καθέλκυση του χρησιμοποιείτε η μέθοδος της προώθησης με τη χρήση προβόλου αποτελούμενου από 5 πλαίσια κατά μήκος ο οποίος αποσυναρμολογείτε με τη σταδιακή προώθηση του φορέα επί των ταλαντευόμενων κυλίστρων κατασκευής.

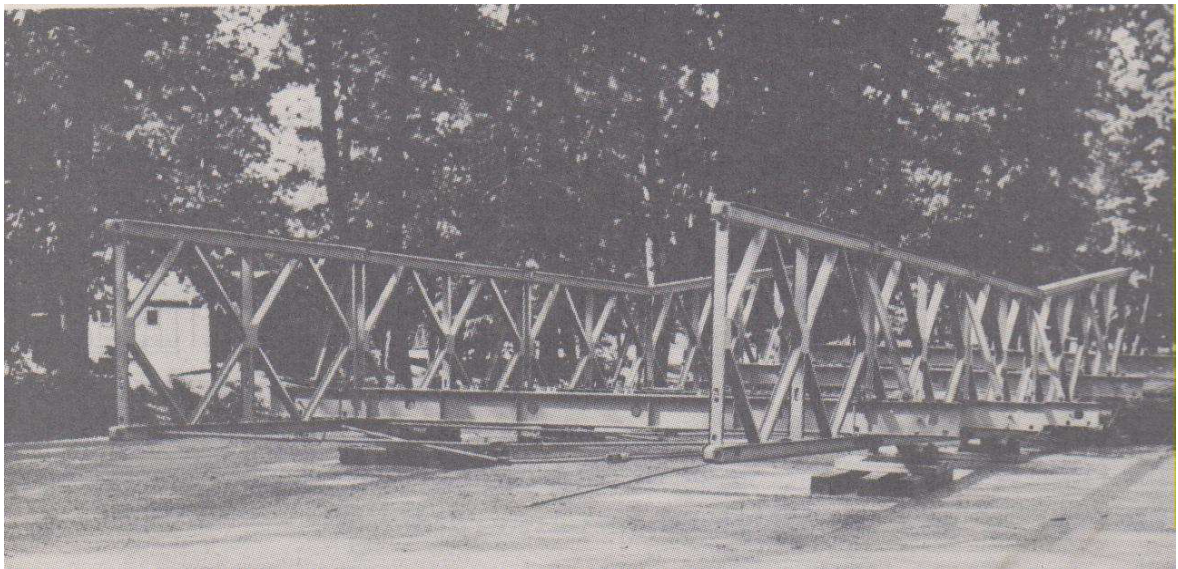


Figure 11 Πρόβολος Καθέλκυσης

Το δε ωφέλιμο πλάτος αυτής είναι 3,81 m μεταξύ των επιζυγίδων.



Figure 12 Ωφέλιμο πλάτος γέφυρας 3,81 m

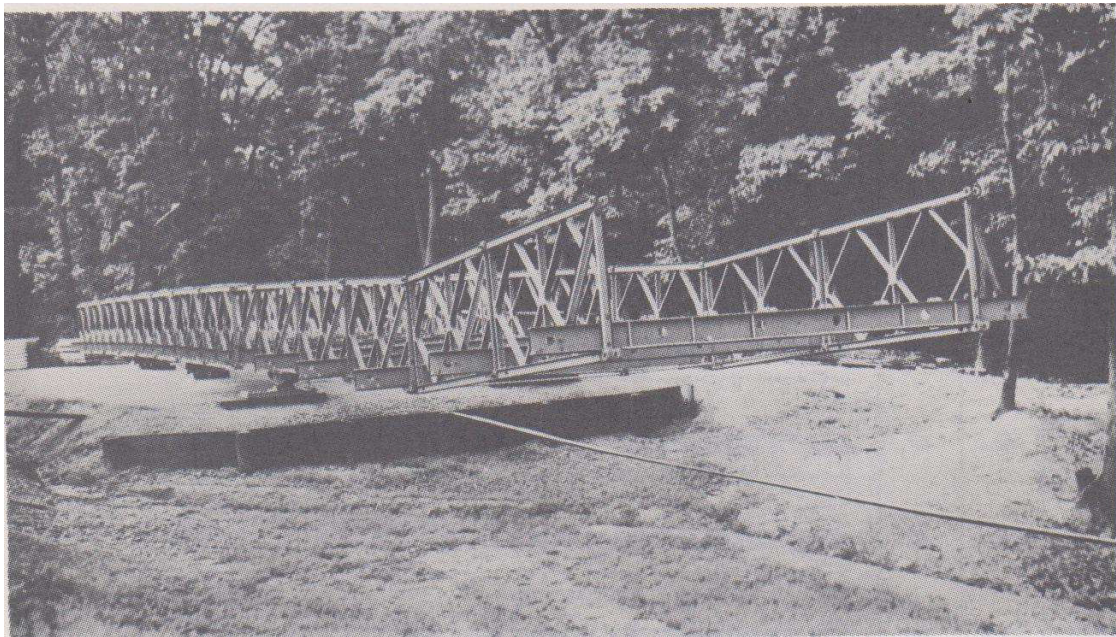
2.3.3 Μέθοδοι Κατασκευής Γεφυρών M2

Οι απλές καθ' ύψος γέφυρες, συναρμολογούνται και καθελκούνται συνήθως μόνο από προσωπικό. Αυτές συναρμολογούνται εξ ολοκλήρου επί των κυλίστρων και καθελκούνται πάνω από το άνοιγμα από τη θέση τους ή μετά την κάθε συναρμολόγηση δύο στοιχείων, η γέφυρα και ο πρόβολος ωθούνται πάνω από το κώλυμα.

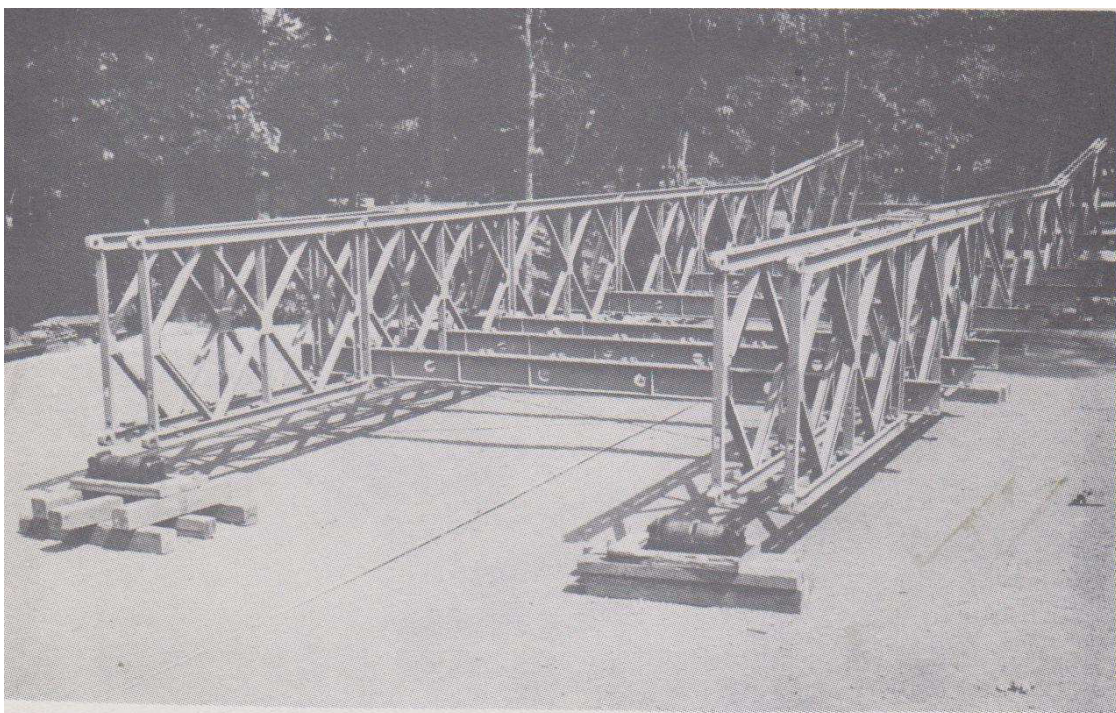
Η οργάνωση των συνεργείων και οι χρόνοι κατασκευής διαφόρων γεφυρών φαίνονται στο παρακάτω πίνακα:

ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ	Αριθμός Υπαξ/κων και Στρατιωτών		
	Τύπος γέφυρας		
	A/A	Δ/Α	Τ/Α
	Κατασκευή με προσωπικό		
ΠΛΑΙΣΙΩΝ Μεταφοράς Περωνών	1-14 12 2	1-14 12 2	2-28 24 4
ΔΙΑΔΟΚΙΔΩΝ Μεταφοράς Συνδετήρων	1-9 8 1	1-10 8 2	1-10 8 2
ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ Αντιανεμίων Αντηρίδων Εγκαρσίων πλαισίων Πλακών συνδέσεως	1-4 2 2	1-6 2 2 2	1-8 2 2 2 2
ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ Μηκίδων Διπλάκων και επιζυγίδων	1-12 8 4	1-12 8 4	1-12 8 4
ΣΥΝΟΛΟ	4-39	4-42	5-58

Πίνακας 5 Συνεργεία κατασκευής



Εικόνα 21 Πρόβολος με υπερυψωμένα άκρα λόγω χρήσεως των συνδέσμων ανυψώσεως



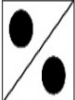
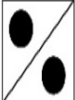
Εικόνα 22 Συναρμολόγηση πρώτου στοιχείου Δ/A γέφυρας με την δεύτερη και την τρίτη διαδοκίδα και τους αντιανέμους σύνδεσμους.

2.4 Φέρουσα Ικανότητα γέφυρας βάσει εγχειριδίου

ΠΙΝΑΚΑΣ 2
ΔΙΠΛΗ ΚΛΑΣΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ Μ2 ΤΥΠΟΥ ΜΠΑΙΛΕΥ

	Α/Α			Δ/Α			Τ/Α			Δ/Δ			Τ/Δ			Δ/Τ			Τ/Τ			
	Κ	Π	Ε	Κ	Π	Ε	Κ	Π	Ε	Κ	Π	Ε	Κ	Π	Ε	Κ	Π	Ε	Κ	Π	Ε	
30	30/30	42/37	47/42																			
40	24/	36/34	40/38																			
50	24/	33/31	36/35	75/70	83/86	88/84																
60	20/	30/29	33/32	65/65	77/73	85/79																
70	20/	24/	30/30	60/60	68/69	78/75																
80	16/	20/	24/	50/55	60/60	66/64	85/80	95/90	100*/90*													
90	12/	16/	19/	40/45	50/50	55/55	65/65	74/75	82/82													
100	8/	12/	14/	30/30	37/39	42/44	50/55	57/60	64/66	80/80	86/90	96/90										
110				20/	30/32	34/36	35/40	47/49	52/54	65/70	72/76	80/83	90/90*	100*/90*	100*/90*							
120				16/	23/	27/30	30/35	38/41	43/45	45/55	57/61	64/68	75/80	83/90*	91/90*							
130				12/	18/	21/	20/	31/33	35/38	35/45	47/50	53/56	55/60	65/72	74/80	70/80	80/90*	90/90*				
140				8/	14/	17/	16/	24/	29/31	30/35	39/42	44/48	45/55	57/62	64/70	70/70	80/90*	88/90*				
150							12/	18/	22/	24/	32/35	36/40	35/45	47/51	54/58	60/60	77/85	85/90*				
160							8/	15/	17/	16/	25/	30/33	30/35	37/41	45/48	55/55	69/78	80/89	80/75	100/90*	100*/90*	
170							4/	10/	13/	12/	19/	24/	20/	31/34	36/40	45/50	57/64	64/74	70/70	80/90*	90/90*	
180										8/	15/	18/	16/	24/	29/32	35/45	48/53	55/60	55/60	66/75	77/87	
190													12/	18/	22/	30/35	39/43	46/51	45/55	59/66	68/77	
200																20/	32/36	38/43	35/40	48/52	55/62	
210																16/	25/	31/35	24/	38/43	46/51	

Σημείωση: Κ = Κανονική διέλευση
 Π = Προσεκτική διέλευση
 Ε = Επικίνδυνη διέλευση

 → Κλάση τροχοφόρων
 → Κλάση ερπυστριοφόρων

Από τη γέφυρα αυτή (Δ/Α) σύμφωνα με τα δεδομένα του εγχειριδίου (USA ARMY DC, 9 May 1986) που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, μπορούν να διέλθουν τόσο τροχοφόρα οχήματα αλλά και ερπυστριοφόρα σε κανονική διέλευση. Πάνω από τη γέφυρα των 80 ποδών επιτρέπεται η διέλευση τροχοφόρων και ερπυστριοφόρων οχημάτων σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΓΕΦΥΡΕΣ ΤΥΠΟΥ BAILEY ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ (ΤΧΗΣ(ΜΧ)ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ n.d.)

Σε ολόκληρη την ελληνική επικράτεια βρίσκεται τοποθετημένος ένας μεγάλος αριθμός στρατιωτικών γεφυρών για πολιτική χρήση. Η τοποθέτηση τους ξεκίνησε μετά το τέλος του Β Παγκοσμίου πολέμου για άμεση αποκατάσταση των καταστροφών στο οδικό δίκτυο της περιοχής της Ηπείρου. Η διαδικασία συνεχίστηκε σε βάθος χρόνου σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο τόσο για την αποκατάσταση δρομολογίων όσο και για δημιουργία νέων. Λόγω του πλήθους των τοποθετημένων γεφυρών καθώς και των διαφορετικών χρήσεων που εξυπηρετούν έχει δημιουργηθεί από τον Ταγματάρχη (ΜΧ) Κωνσταντίνο Λυμπερόπουλο μια ενιαία βάση δεδομένων η οποία περιλαμβάνει το σύνολο των γεφυρών καθώς και όλα τα γνωστά στοιχεία για αυτές. Η βάση δεδομένων δίνει την δυνατότητα να έχει ο ενδιαφερόμενος μια ολοκληρωμένη εικόνα του υλικού των γεφυρών και βοηθάει στην εξαγωγή χρήσιμων αποτελεσμάτων όπως, χρονολογική σειρά τοποθέτησης των γεφυρών, δρομολόγια που εξυπηρετούνται ή έχουν πάψει να χρησιμοποιούνται, κλάση γεφυρών, μήκος κωλύματος κ.α.

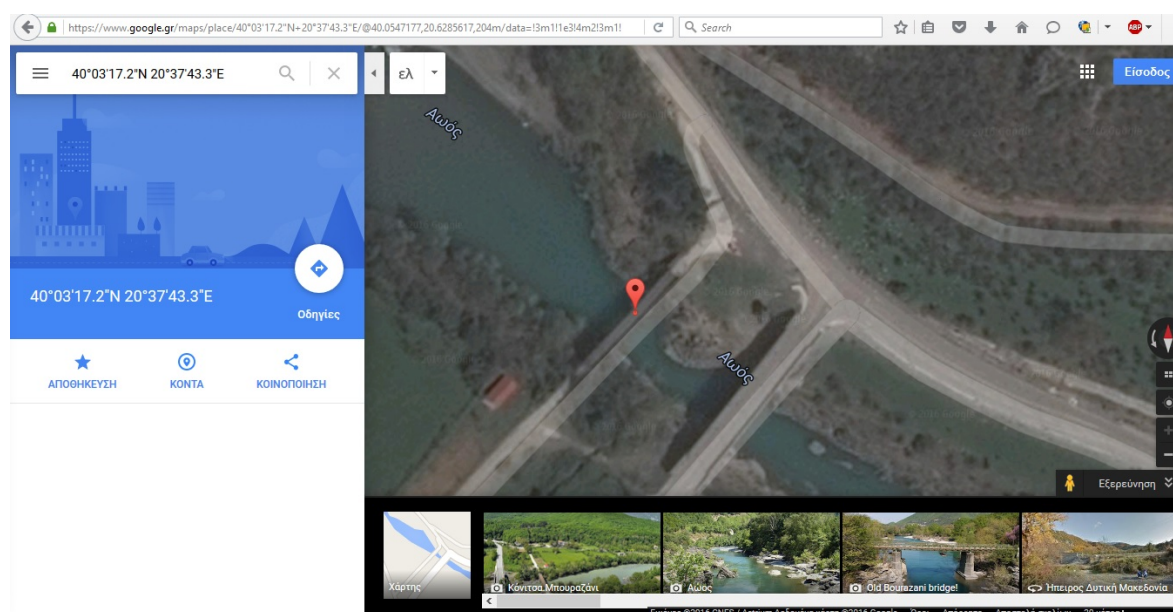
Για την δημιουργία της βάσης χρησιμοποιήθηκε λογισμικό ΣΓΠ (Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών) και επιλέχτηκε ως σύστημα αναφοράς το WGS 84 έτσι ώστε έκτος από τον διαχειριστή της βάσης που έχει πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα να είναι δυνατή η εξαγωγή μη διαβαθμισμένων αρχείων δεδομένων προς όλους τους πιθανούς ενδιαφερόμενους. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει άμεση εξαγωγή επιλεγμένων δεδομένων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά από τη βάση σε μορφή συγκεκριμένων αρχείων (* .kml) έτσι ώστε ο παραλήπτης να μπορεί να εκμεταλλευτεί παράλληλα το σύνολο ελεύθερων δεδομένων που παρέχουν εταιρίες όπως η Google με τις εφαρμογές maps, earth και street.

3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δημιουργήθηκε ένα αρχείο excel (*.xlsx) με όλα τα παρεχόμενα δεδομένα για τις γέφυρες σε μορφή τέτοια ώστε να μπορεί να γίνει αυτόματη εισαγωγή σε ένα σύστημα ΣΓΠ. Επιπλέον προστέθηκαν κάποια επιπλέον χρήσιμα δεδομένα για την ορθότερη λειτουργία της βάσης. Τα πρόσθετα δεδομένα αφορούν κυρίως τις

γεωγραφικές συντεταγμένες Χ,Ψ σε WGS 84 καθώς και τις υπερσυνδέσεις των θέσεων των γεφυρών στην εφαρμογή Google map.

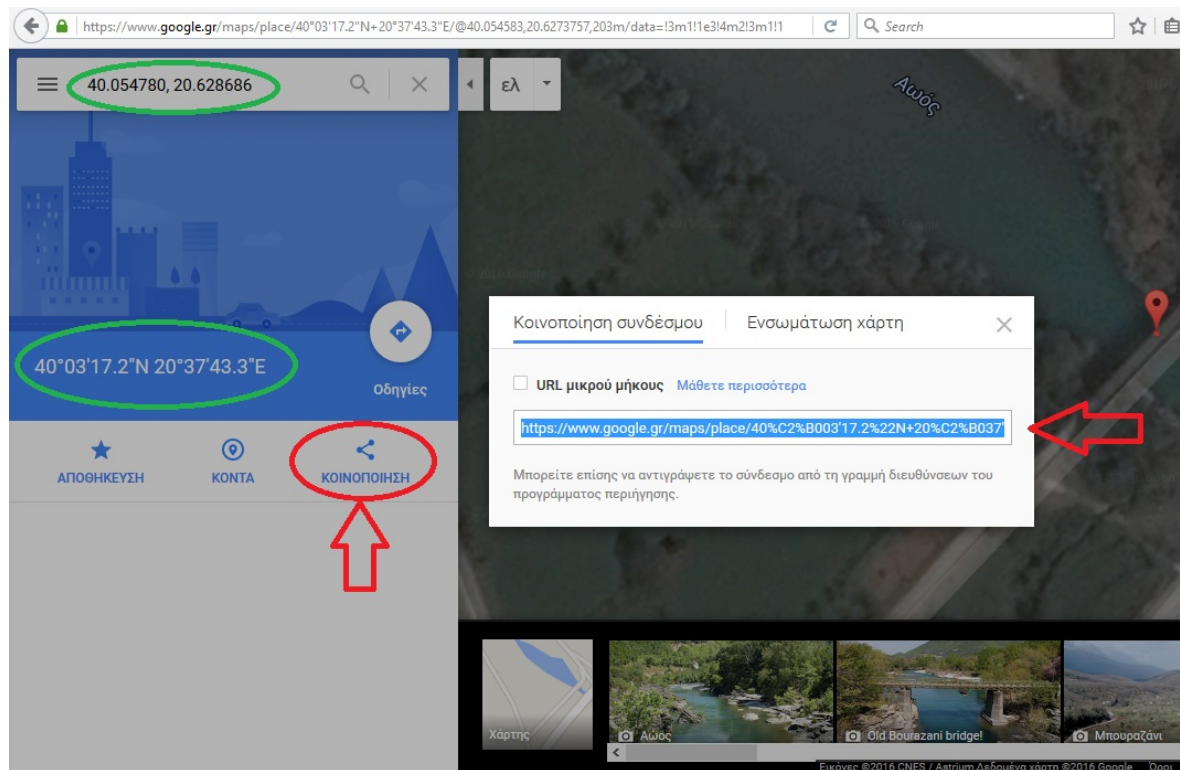
Η πλήρης συμπλήρωση του φύλλου excel απαιτήσε την ανεύρεση της κάθε μιας γέφυρας τύπου Bailey στην εφαρμογή google map. Η ανεύρεση της γινόταν με αναζήτηση επί του ορθοφωτοχάρτη της περιοχής (Εικόνα 1) όπου η γέφυρα είναι τοποθετημένη, σε συνδυασμό και με τους τοπογραφικούς χάρτες όταν η γέφυρα δεν ήταν άμεσα ορατή.



Εικόνα 23: Ανεύρεση θέσεων γεφυρών Bailey στον ορθοφωτοχάρτη της Google

Αμέσως μετά τον ακριβή εντοπισμό της θέσης της γέφυρας έγινε αποθήκευση τόσο των συντεταγμένων όσο και της υπερσύνδεσης της συγκεκριμένης θέσης στο αρχείο excel

Οι σύνδεσμοι και οι συντεταγμένες (Εικόνα 2) αντιγράφηκαν από το συγκεκριμένη εφαρμογή και αποθηκευτήκαν στο αρχείο Excel για όλες τις γέφυρες.



Εικόνα 24: Αποθήκευση συντεταγμένων και υπερσυνδέσμων των γεφυρών Bailey από τον ορθοφωτοχάρτη της Google

Η τελική μορφή του αρχείου excel περιλάμβανε δεδομένα όπως παρακάτω:

1. Αύξων Αριθμός(A/A)¹
2. Συντεταγμένες (φ,λ) σε WGS 84
3. Συντεταγμένες (Χ,Ψ) σε WGS 84
4. Σχηματισμός
5. Μονάδα Παρακολούθησης Υλικού (Υφιστάμενη και Προτεινόμενη)
6. Τοποθεσία
7. Φύλλο τοπογραφικού χάρτη ΓΥΣ 1:50000
8. Συντεταγμένες (Χ,Υ) σε HATT
9. Νομός
10. Δρομολόγιο που εξυπηρετεί η γέφυρα
11. Στοιχεία γέφυρας (Τύπος, Είδος Υλικού, Άνοιγμα, Κλάση για τροχοφόρα, Κλάση για ερπυστριοφόρα)
12. Στοιχεία κωλύματος (Πλάτος, Βάθος, Κλίση Πρανών)

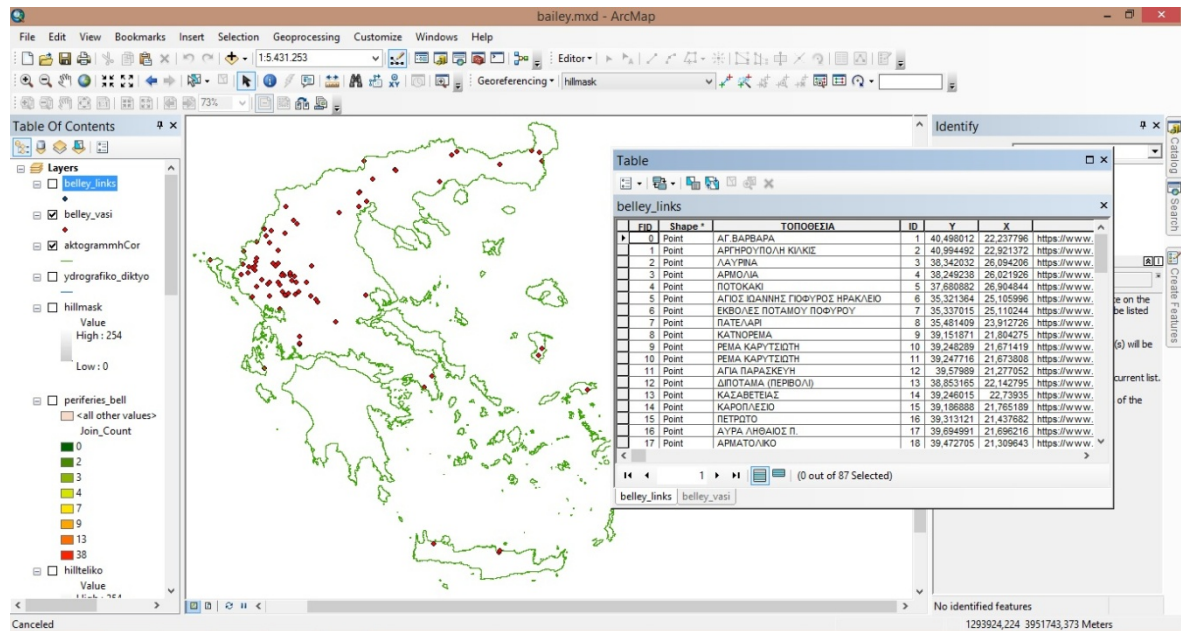
¹ Ο αυξών αριθμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρωτεύον κλειδί της βάσης δεδομένων

13. Ιδιοκτησιακό καθεστώς
14. Έτος κατασκευής
15. Υπερσυνδέσεις θέσης της γέφυρας στην εφαρμογή Google Map.
16. Παρατηρήσεις

Για την αυτόματη είσοδο των δεδομένων στην εφαρμογή ArcGIS όλα τα παραπάνω στοιχεία τοποθετήθηκαν ένα σε κάθε στήλη, με μία μοναδική αρχική γραμμή η οποία και ανέφερε τον τίτλο της κάθε στήλης. Επιπλέον κάθε γραμμή στο αρχείο excel περιλάμβανε όλα τα γνωστά στοιχεία για μία και μόνο γέφυρα. (Εικόνα 3)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	A/A	F	L	Y	X	A/A ΕΓΓΡΑΦΟΥ	ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΟΝΑΔΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΦΥΛΛΟ ΧΑΡΤΟΥ
2	1	40o29'52.8"N	22o14'16.1"E	40.496012	22.237796	1	1ΜΠ			Θ. ΛΑΘΒ (ΑΓ ΒΑΡΒΑΡΑ)	FK044840	ΒΕΛΒΕΝΤΟΣ 1:50.000
3	2	40o59'40.2"N	22o55'16.9"E	40.994492	22.921372	2	71 ΑΜ ΤΑΕ	71 ΑΜ ΛΜΧ	71 ΑΜ ΛΜΧ	ΣΤΡΩΔΟ ΚΟΡΟΜΗΛΙΑ ΑΡΓΗΡΟΥΠΟΛΗ ΚΩΚΙΣ	FL615402	ΚΩΚΙΣ 1:50.000
4	3	38o29'31.3"N	26o05'39.1"E	38.492032	26.094206	1	96 ΑΔΤΕ	96 ΤΕ	96 ΤΕ	ΔΛΥΦΡΙΑ	MC 208444	ΧΙΟΣ-ΘΥΜΙΑΝΑ
5	4	38o14'57.3"N	26o01'18.9"E	38.249238	26.021926	2	96 ΑΔΤΕ	96 ΤΜΧΕΘ	96 ΤΜΧΕΘ	ΑΡΜΟΛΙΑ	MC 144342	ΧΙΟΣ-ΘΥΜΙΑΝΑ
6	5	37o40'51.2"N	26o54'17.4"E	37.680882	26.904844	3	79 ΑΔΤΕ	79 ΤΜΧΕΘ	79 ΤΜΧΕΘ	ΠΟΤΟΚΑΚΙ	MB 912702	1:50000 Ν.ΣΑΜΟΣ
7	6	35o19'16.9"N	25o06'21.6"E	35.321364	25.105996	4	5η ΤΑΞΠΖ	ΤΕΘ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΤΕΘ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΡΟΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟ	LV 28651045	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
8	7	35o20'13.2"N	25o06'36.9"E	35.337015	25.110244	5	5η ΤΑΞΠΖ	ΤΕΘ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΤΕΘ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΕΚΒΟΛΕΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΟΦΥΡΟΥ	LV 28351235	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
9	8	35o28'53.1"N	23o54'45.8"E	35.481409	23.912726	6	5η ΤΑΞΠΖ	ΤΕΘ ΧΑΝΙΩΝ	ΤΕΘ ΧΑΝΙΩΝ	ΠΑΤΕΔΑΡΙ	GA 644305	ΧΑΝΙΑ
10	9	39o09'06.7"N	21o40'15.4"E	39.151071	21.664275	1	1η ΣΤΡΑΤΙΑ 730 ΤΜΧ ΓΦ	730 ΤΜΧ ΓΦ	730 ΤΜΧ ΓΦ	ΚΑΠΝΟΡΕΜΑ	EJ 696341	ΦΟΥΡΝΑ 1:50.000
11	10	39o14'53.8"N	21o40'17.1"E	39.248289	21.671419	2	1η ΣΤΡΑΤΙΑ 730 ΤΜΧ ΓΦ	730 ΤΜΧ ΓΦ	730 ΤΜΧ ΓΦ	ΡΕΜΑ ΚΑΡΥΤΣΙΩΤΗ	EJ 577449	ΜΟΥΖΑΚΙ
12	11	39o14'51.8"N	21o40'25.7"E	39.247716	21.673808	3	1η ΣΤΡΑΤΙΑ 730 ΤΜΧ ΓΦ	730 ΤΜΧ ΓΦ	730 ΤΜΧ ΓΦ	ΡΕΜΑ ΚΑΡΥΤΣΙΩΤΗ	EJ 578448	ΜΟΥΖΑΚΙ

Εικόνα 25: Αρχείο excel με τα δεδομένα των γεφυρών Bailey



Εικόνα 26: Αρχείο excel με τα δεδομένα των γεφυρών Bailey

Στην βάση δεδομένων για την καλύτερη οπτικοποίηση των γεφυρών προστέθηκαν και άλλα επίπεδα πληροφορίας όπως παρακάτω:

1. Ακτογραμμή²
2. Περιφέρειες Ελλάδος³
3. Δήμοι Ελλάδος (Σχέδιο Καλλικράτης)⁴
4. Ψηφιακό μοντέλο εδάφους ανάλυσης 30μ⁵ καθώς και ο χάρτης σκίασης ως παράγωγο αυτού.

Στα παραπάνω είναι δυνατών να τοποθετηθούν και άλλα επίπεδα όπως ο ορθοφωτοχάρτης, οι χρήσεις γης κ.α. τα οποία και δεν τοποθετήθηκαν για να μην αυξηθεί υπερβολικά το μέγεθος της γεοβάσης. Επιπλέον θα πρέπει να αναφερθεί ότι για την εξαγωγή των χαρτών στην βάση δημιουργήθηκαν επιπλέον βοηθητικά επίπεδα για την επεξεργασία των δεδομένων που επιβάρυναν είδη την βάση. Για παράδειγμα από το γραμμικό (line) αρχείο της ακτογραμμής δημιουργήθηκε ένα

² Πηγή: <http://geodata.gov.gr>

³ Πηγή: <http://geodata.gov.gr>

⁴ Πηγή: <http://geodata.gov.gr>

⁵ ASTER GDEM, <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp>

αρχείο επιφάνειας του ελλαδικού χώρου (polygon) έτσι ώστε να χρησιμοποιηθεί σαν μάσκα περικοπής για όλα τα παράγωγα ψηφιδωτά αρχεία τύπου raster⁶.

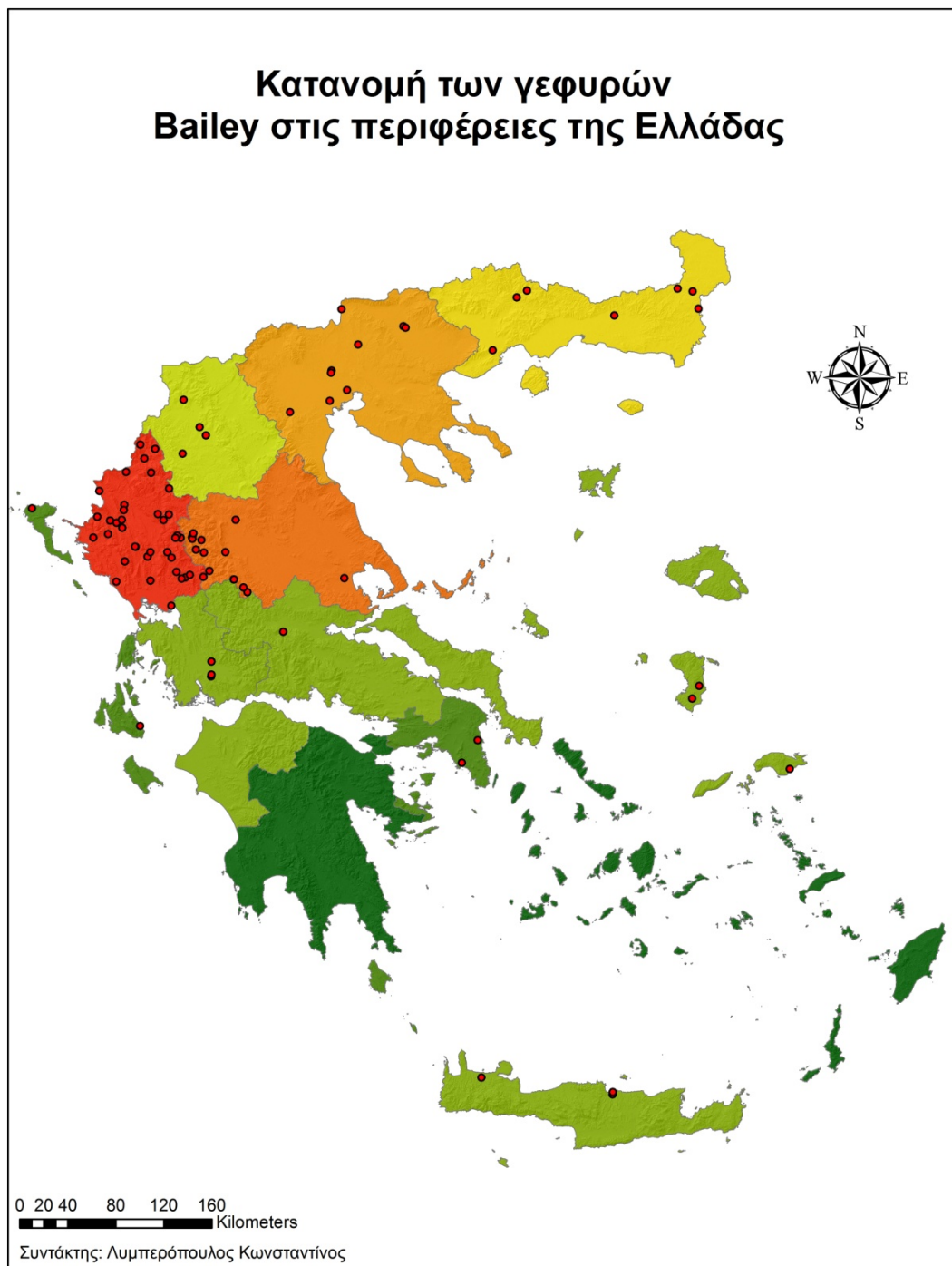
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία μιας ολοκληρωμένης γεοβάσης δεδομένων για τις τοποθετημένες γέφυρες τύπου Bailey στον Ελλαδικό χώρο. Η βάση αυτή υπάρχει τοπικά στον προσωπικό υπολογιστή του χρήστη και μπορεί να είναι προσπελάσιμη από όλες τις εφαρμογές ΣΓΠ, ελεύθερες (QGIS, GRASS κ.α.) η όχι (ArcMAP, AutoCAD Map 3D κ.α.).

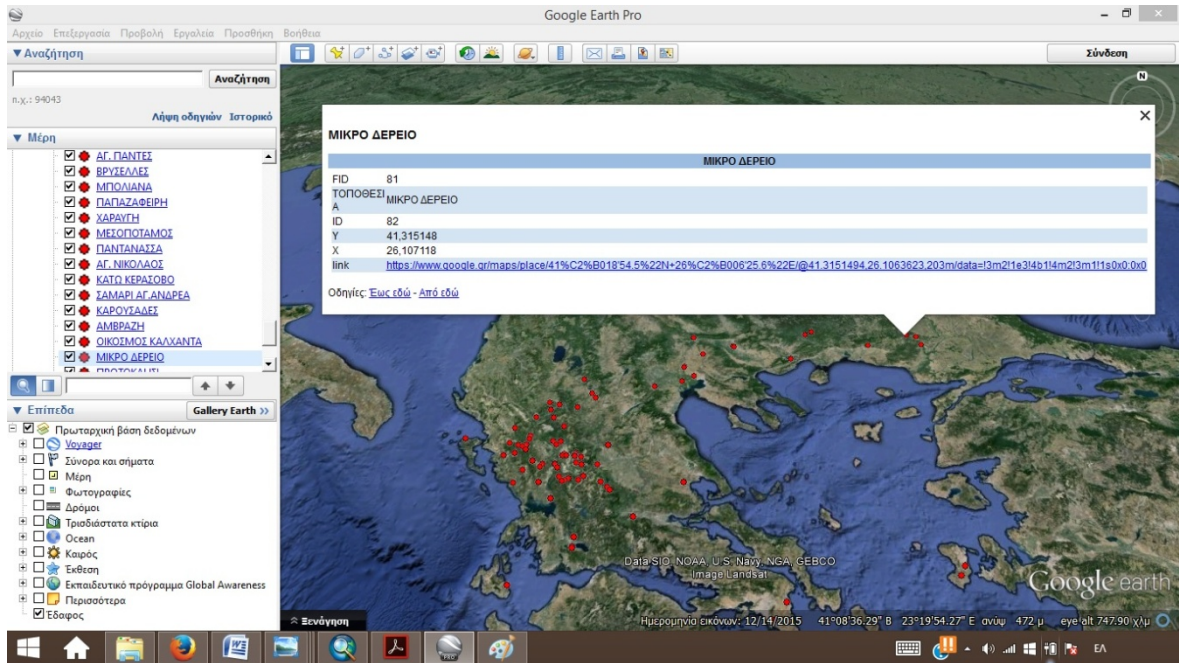
Με της κατάλληλες αιτήσεις στην βάση με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού SQL μπορεί ο χρήστης να επιλέξει γέφυρες με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ή γέφυρες που πληρούν συγκεκριμένα χωρικά κριτήρια. Οι επιλεγμένες γέφυρες μπορούν άμεσα να αναπαρασταθούν σε χαρτογραφικά προϊόντα (Χάρτης 1) ή να γίνουν εξαγωγή σε ένα αρχείο τύπου *.kml το οποίο θα περιλαμβάνει για κάθε γέφυρα εκτός από την θέση, μόνο τα δεδομένα που επιθυμεί ο χρήστης. Με αυτό τον τρόπο ο διαχειριστής της βάσης μπορεί να παρέχει αρχεία με ελεγχόμενη πληροφορία σε όποιον την ζητήσει. Επιπλέον ο αποδέκτης μπορεί να προσπελάσει το αρχείο με την εφαρμογή Google earth (Εικόνα 5) και παράλληλα έχοντας άμεση πρόσβαση στις υπερσυνδέσεις του Google map, να προβάλει φωτογραφίες της γέφυρας, να διέλθει εικονικά το δρομολόγιο (Εικόνα 6) και να εκμεταλλευθεί όλα τα ελεύθερα δεδομένα που παρέχονται στο διαδίκτυο.

⁶ Raster αρχεία είναι αυτά στα οποία η εικόνα σχηματίζεται από άθροισμα τετραέδρων εικονοστοιχείων. Κάθε σημείο της εικόνας αποτελείται από ένα εικονοστοιχείο (pixel) που καθορίζει το χρώμα ή τον τόνο του γκρι αν πρόκειται για ασπρόμαυρη.

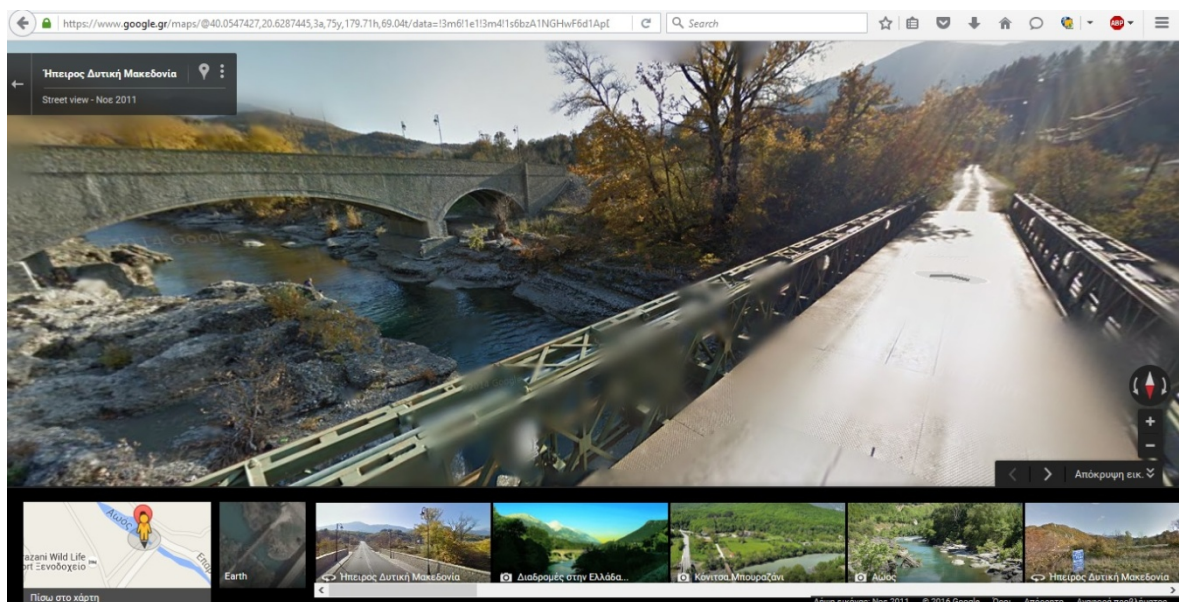
Κατανομή των γεφυρών Bailey στις περιφέρειες της Ελλάδας



Χάρτης 1: Κατανομή των γεφυρών Bailey στις περιφέρειες της Ελλάδας

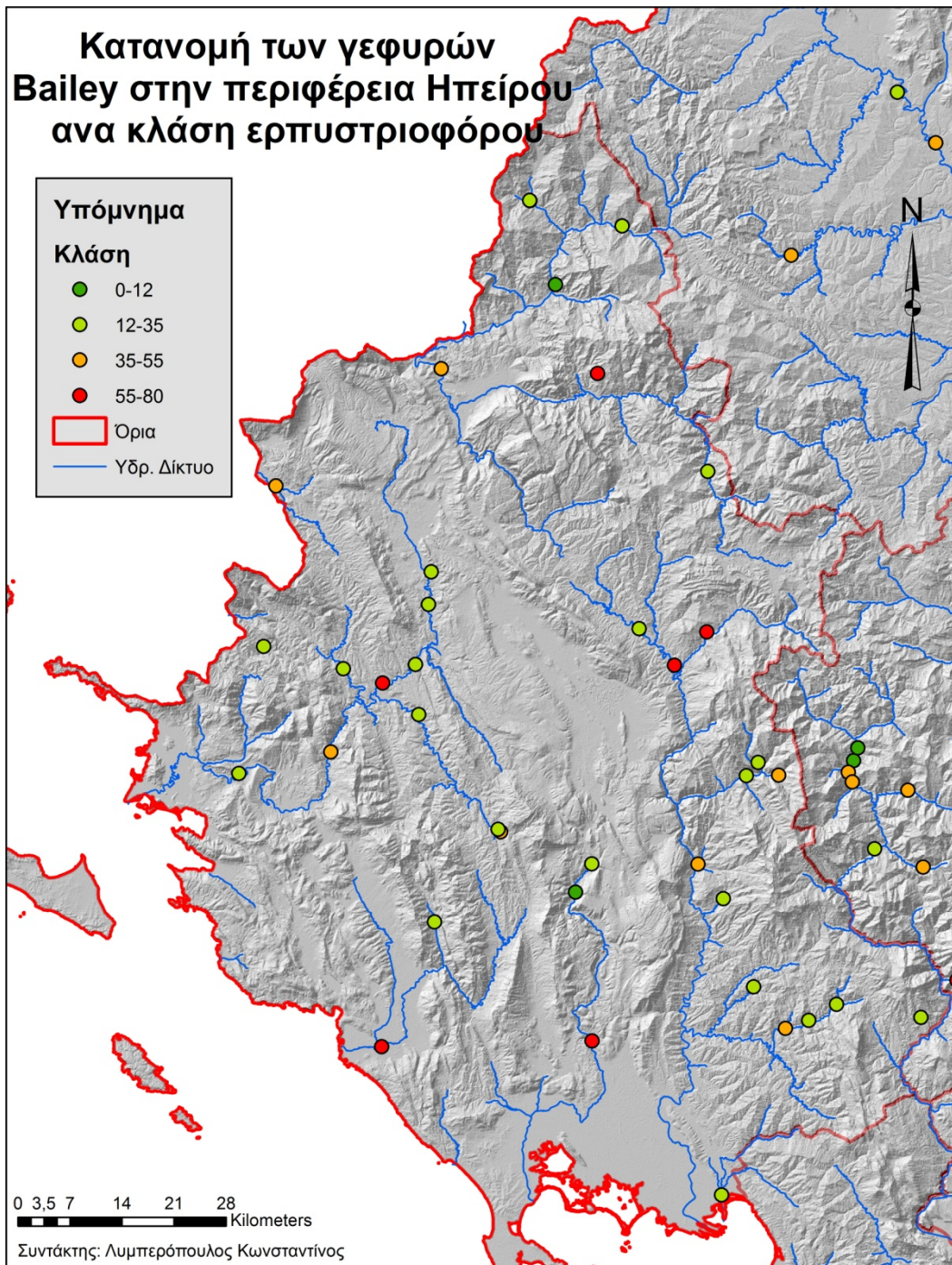


Εικόνα 27: Αρχείο με όλες τις υπερσυνδέσεις των Γεφυρών bailey στην εφαρμογή Google earth.



Εικόνα 28 : Γέφυρα bailey όπως αυτή παρουσιάζεται στην εφαρμογή Google street.

Τα δεδομένα που εξάγονται από την βάση έχουν την δυνατότητα να αναπαρασταθούν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και να απεικονίσουν οποιοδήποτε χαρακτηριστικό των γεφυρών. Η ίδια μορφή αναπαράστασης εκτός από τους χάρτες μπορεί να γίνει εξαγωγή και στα αρχεία *kml. Με αυτό τον τρόπο για παράδειγμα ο χρήστης έχει την δυνατότητα να προβάλει της γέφυρες ανά κλάση, χρονολογία κατασκευής κ.α.(Χάρτης 2)



Χάρτης 2: Κατανομή των γεφυρών Bailey στην περιφέρεια Ηπείρου ανά κλάση ερπυστριοφόρου

3.3ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μια περιπλάνηση για μικρό χρονικό διάστημα στις εφαρμογές της Google η σε αντίστοιχες εφαρμογές που παρέχουν χαρτογραφικά υπόβαθρα (OpenStreet, Esri κ.α.), με παράλληλη χρήση της βάσης δεδομένων είναι αρκετή για να γίνει αντιληπτή η αξία της. Ο εντοπισμός κάθε γέφυρας γίνεται ταχύτατα με διαφορετικές μεθόδους αναζήτησης. Η πρακτική αξία της κάθε γέφυρας γίνεται άμεσα αντιληπτή. Επίσης το δρομολόγιο μπορεί εύκολα να χαρακτηριστεί όσον αφορά το μέγεθος και την κλάση των οχημάτων.

Η εξέλιξη της συγκεκριμένης γεοβάσης μπορεί να λύσει οριστικά τα θέματα παρακολούθησης και διαχείρισης του υλικού Bailey. Η σύνδεση και επέκταση της με την αλληλογραφία που ακολουθεί κάθε γέφυρα θα λύση τα θέματα διαχείρισης και προγραμματισμού συντήρησης. Η παρούσα γεοβάση είναι ικανή να ενσωματωθεί άμεσα σε μεγαλύτερες γεοβάσεις και να την εμπλουτίσουν σε επίπεδα πληροφορίας αυξάνοντας σημαντικά τις δυνατότητες τους. Πρέπει να γίνει αντιληπτό σταδιακά πως η χωρική ανάλυση είναι ένα πανίσχυρο εργαλείο στα χέρια των αναλυτών και μπορεί να συνεισφέρει τα μέγιστα σε όλα τα επιστημονικά επίπεδα

3.4ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Όπως προαναφέρθηκε στον Ελλαδικό χώρο είναι εγκατεστημένες γέφυρες τύπου Bailey οι οποίες εξυπηρετούν τις τοπικές κοινωνίες. Ο αριθμός των εγκατεστημένων γεφυρών ανέρχεται στις 54 ενώ η κατανομή τους ανά γεωγραφικό διαμέρισμα φαίνεται παρακάτω. Επιπλέον στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι υπόψη γέφυρες και οι λεπτομέρειες αυτών όπως είδος γέφυρας, πλάτος ανοίγματος, κλάση κ.λ.π.

ΠΙΝΑΚΑΣ
ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ BAILEY

Α/Α	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΝΟΜΟΣ	ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟ	ΤΥΠΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ	ΕΙΔΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΑΝΟΙΓΜΑ	ΚΛΑΣΗ ΤΡΟΧ	ΚΛΑΣΗ ΕΡΠΥΣΤΡ	ΠΛΑΤΟΣ	ΒΑΘΟΣ	ΚΛΙΣΗ ΠΡΑΚΤΩΝ	ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΚΟ ΚΑΘΕΣΤΩΣ	ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
1	ΠΟΤΟΚΑΚΙ	ΣΑΜΟΥ	ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ-ΠΟΤΟΚΑΚΙ-ΗΡΑΙΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	10	75	70	3	0,5	0	ΥΠΕΧΩΔΕ	2005
2	ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΟΦΥΡΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΤΕΙ-ΑΓ.ΙΩΑΝΝΗΣ-ΒΑΠΕΣ	Δ/Α ΜΠΕΛΕΥ	ΜΠΕΛΕΥ	21			18	5,3	90	ΔΗΜΟΣΙΟ	1981
3	ΕΚΒΟΛΕΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΠΟΦΥΡΟΥ	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	ΑΜΟΥΔΑΡΑ	Δ/Α ΜΠΕΛΕΥ	ΜΠΕΛΕΥ	30			27	3,7	90	ΔΗΜΟΣΙΟ	
4	ΚΑΣΑΒΕΤΕΙΑΣ	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΑΙΔΙΝΙΟ-ΕΡΕΤΡΙΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΦΛΑΜΠΟ	13,8	24	-	11,5	4,5	80	(ΠΡΩΗΝ ΥΕΘΑ) ΔΗΜΟΣ ΑΓΧΙΑΛΟΥ	1945
5	ΚΑΡΟΠΛΕΣΙΟ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΚΑΡΔΙ ΤΣΑ-ΚΑΛΙΘΗΡΟ-ΚΑΣΤΑΝΙΑ-ΚΑΡΟΠΛΕΣΙ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	20	66	65	17	5,5	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1979
6	ΠΕΤΡΩΤΟ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΜΟΥΖΑΚΙ-ΔΡΑΚΟΤΡΥΠΑ-ΠΕΤΡΩΤΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	44	80	70	39,5	7	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1977
7	ΑΥΡΑ ΛΗΘΑΙΟΣ Π.	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΑΥΡΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	26,2	50	55	23,2	3	45	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1998
8	ΑΡΜΑΤΟΛΙΚΟ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΣΤΟΥΡΝΑΡΑΙΚΑ-ΜΕΣΟΧΩΡΑ-ΑΡΜΑΤΟΛΙΚΟ	Δ/Α 3 ΑΝΟΙΓ	ΜΠΕΛΕΥ	76	30	30	38	10	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1976
9	ΑΓΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΕΛΑΤΗ-ΠΕΡΤΟΥΛΙ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	41	35	45	27	6,2	55	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1964
10	ΓΑΡΔΙΚΙ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΠΥΛΗ-ΠΕΡΤΟΥΛΙ	Δ/Α 2 ΑΝΟΙΓ	ΜΠΕΛΕΥ	44	50	55	40	7	85	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	-
11	ΔΡΟΣΟΧΩΡΙ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΕΛΑΤΗ-ΠΕΡΤΟΥΛΙ-ΔΡΟΣΟΧΩΡΙ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	25,7	50	55	21,7	5,3	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	-
12	ΡΟΠΩΤΟ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΠΥΛΗ-ΡΟΠΩΤΟ	Τ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	31,5	50	55	27,5	8	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1975
13	ΜΗΛΕΑ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΠΕΡΤΟΥΛΙ-ΜΗΛΕΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	34,5	20		27,5	5,5	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1973
14	ΝΕΑ ΠΕΥΚΗ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΑ-ΣΤΟΥΡΝΑ-ΡΑΙΚΑ-ΜΕΣΟΧΩΡΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	25	50	55	21	9	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	-
15	ΚΟΥΦΑΛΙΑ-ΠΡΟΧΩΜΑ	ΘΕΣΣΛΙΚΗΣ	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	Τ/Α	ΜΠΕΛΕΥ	85,4	60	60	75	7	45	ΠΕ Κ. ΜΑΚΕΔ	1959
16	ΚΟΥΦΑΛΙΑ-ΠΡΟΧΩΜΑ	ΘΕΣΣΛΙΚΗΣ	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	Τ/Α	ΜΠΕΛΕΥ	201,3	50	50	180	7	45	ΠΕ Κ. ΜΑΚΕΔ	1959
17	ΚΛΕΙΔΙ-Ν. ΜΑΛΓΑΡΑ	ΘΕΣΣΛΙΚΗΣ	ΕΠΑΡΧΙΑΚΗ ΟΔΟΣ ΚΛΕΙΔΙ-Ν. ΜΑΛΓΑΡΑ	Τ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	54,9	16	16	48	5	60	ΠΕ Κ. ΜΑΚΕΔ	1957
18	ΚΑΝΑΛΙ ΣΙΝΔΟΥ	ΘΕΣΣΛΙΚΗΣ	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	39,65	35	45	33	4	80	ΠΕ Κ. ΜΑΚΕΔ	1979
19	ΠΛΑΤΑΝΙΑ	ΚΟΖΑΝΗΣ	ΝΕΑΠΟΛΗ-ΠΛΑΤΑΝΙΑ-ΚΑΣΤΟΡΙΑ	Τ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	36,5	30	35	25	9	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1995
20	Ν ΤΥΡΟΛΟΗ-ΣΚΟΤΟΥΣΑ	ΣΕΡΡΩΝ	Ν ΤΥΡΟΛΟΗ-ΣΚΟΤΟΥΣΑ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33,5	70	65	18	6,5	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1981
21	Ν ΤΥΡΟΛΟΗ-ΚΑΛΑ ΔΕΝΔΡ Α	ΣΕΡΡΩΝ	Ν ΤΥΡΟΛΟΗ-ΚΑΛΑ ΔΕΝΔΡΑ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33,5	55	45	28	6	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1976
22	ΠΑΡΑΝΕΣΤΙ	ΔΡΑΜΑΣ	ΠΑΡΑΝΕΣΤΙ-ΘΟΛΟΣ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	18,5	65	65	4,34	10,7	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1978
23	ΠΑΡΑΝΕΣΤΙ	ΔΡΑΜΑΣ	ΠΑΡΑΝΕΣΤΙ-ΔΙΠΟΤΑΜΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	21,5	60	60	4,31	6	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1975
24	ΓΟΡΓΟ ΠΟΤΑΜΟΣ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΓΟΓΟΠΟΤΑΜΟΣ-ΚΟΝΙΤΣΑ	ΑΔ ΣΥΝΕΧΗΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΦΛΑΜΠΟ	9,9-9,9	24	24	7,9-7,9	2,5	25	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1969
25	ΚΟΥΡΕΝΤΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΚΟΥΡΕΝΤΑ-ΓΡΑΝΙΤΣΑ	Τ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΦΛΑΜΠΟ	35	24	24	31	8	65-5	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1989
26	ΜΑΖΑΡΑΚΙ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΜΑΖΑΡΑΚΙ-ΠΑΡΑΚΑΛΑΜΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΦΛΑΜΠΟ	26,4	18	18	22,4	5,3	70	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1966
27	ΔΡΟΣΟΠΗΓΗ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΔΡΟΣΟ ΠΗΓΗ-ΕΠΤΑΧΩΡΙ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	39,6	16	16	35,6	8,3	50	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1974
28	ΚΑΛΛΑΡΥΤΕΣ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΠΡΑΜΑΝΤΑΣ-ΚΑΛΛΑΡΥΤΕΣ	Τ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΦΛΑΜΠΟ	42,9	20	20	38,9	38,4	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1992
29	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΜΕΤΣΟΒΟ-ΙΩΑΝΝΙΝΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	26,4	60	60	22,4	7	60	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1987
30	ΒΟΒΟΥΣΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΒΟΒΟΥΣΑ-ΕΛΑΤΟΧΩΡΙ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33	30	30	29	9,2	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
31	ΛΙΘΙΟ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΛΙΘΙΟ-ΖΙΤΣΑ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	52,8	16	16	48,8	27	82	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
32	ΚΑΡΥΕΣ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΚΑΡΥΕΣ ΙΩΑΝΝΙΝΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33	30	30	29	8,6	65	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
33	ΚΗΠΙΝΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΠΡΑΜΑΝΤΑ-ΙΩΑΝΝΙΝΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	19,8	18	18	15,8	12,5	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
34	ΜΠΑΛΗΝΤΟΥΜΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΙΩΑΝΝΙΝΑ-ΜΕΤΣΟΒΟ	Τ/Α ΣΥΝΕΧΗΣ ΤΡΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΠΕΛΕΥ	24,75-28,05-26,4	60	60	22,75-28,05-24,4	8,9	30	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1969
35	ΠΛΑΤΑΝΙΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΤΥΡΙΑ-ΠΛΑΤΑΝΙΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	26,4	50	50	22,4	3,5	20	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1994
36	ΜΠΑΛΚΑΝΑΙΕΝΑ	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	ΤΥΡΙΑ-ΠΛΑΤΑΝΙΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	13,2	30	30	9,2	5	25	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
37	ΒΩΒΟΣ (χωριό Καμμένο)	ΑΡΤΑΣ	ΑΛΥΚΗ-ΣΥΚΙΕΣ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΦΛΑΜΠΟ	23,1	24	24	19,1	5,8	60	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1980
38	ΔΙΧΟΜΕΡΙΟ	ΑΡΤΑΣ	ΑΝΩ ΚΑΛΕΝΤΙΝΗ-ΡΕΤΣΙΑΝΑ	Δ/Α ΣΥΝΕΧΗΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΠΕΛΕΥ	23,1-29,7	30	30	21,1-27,7	21	85	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
39	ΜΑΚΡΥ ΚΑΜΠΟΣ	ΑΡΤΑΣ	ΜΑΚΡΥΚΑΜΠΟΣ-ΓΡΑΙΚΙΚΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	23,1	25	25	19,1	8,6	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
40	ΡΕΤΣΙΑΝΑ	ΑΡΤΑΣ	ΔΙΧΟΜΕΡΙΟ-ΡΕΤΣΙΑΝΑ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	9,9	30	30	5,9	8,5	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
41	ΣΕΣΗ	ΑΡΤΑΣ	ΑΝΩ ΚΑΛΕΝΤΙΝΗ-ΤΕΤΡΑΚΩΜΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	29,7	40	40	25,7	12,3	85	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
42	ΓΡΕΒΗ	ΑΡΤΑΣ	ΓΡΕΒΗ-ΟΙΚΙΣΜΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33	30	30	29	5,4	15	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
43	ΑΓ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ	ΑΡΤΑΣ	ΤΑΥΛΑ-ΟΙΚΙΣΜΟ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	9,9	30	30	5,9	5,2	75	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
44	ΜΠΟΛΙΑΝΑ	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	ΠΛΑΚΟΤΗ-ΚΟΚΚΙΝΙΑ	Δ/Α ΣΥΝΕΧΗΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΠΕΛΕΥ	49,5-23,1	40	40	47,5-21,1	11,8	55	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1975
45	ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΗ	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	ΓΛΥΚΗ-ΣΟΥΛΙ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33	30	30	29	6,5	35	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
46	ΧΑΡΑΥΓΗ	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ	ΧΑΡΑΥΓΗ-ΚΑΛΙΘΕΑ	Δ/Α ΣΥΝΕΧΗΣ ΔΥΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	ΜΠΕΛΕΥ	19,8-13,2	20	20	17,8-11,2	13	45	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
47	ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΟΣ	ΠΡΕΒΕΖΑΣ	ΜΕΣΟΠΟΤΑΜΟΣ-ΚΑΣΤΡΙ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	33	80	80	29	7,1	45	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
48	ΠΑΝΤΑΝΑΣΣΑ	ΠΡΕΒΕΖΑΣ		Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	23,1	60	60	19,1	6,8	35	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
49	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΚΑΜΑΡΟΥΛΑ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	49,5	70	70	45,5	21,5	90	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
50	ΚΑΤΩ ΚΕΡΑΣΟΒΟ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	ΑΝΩ ΚΕΡΑΣΟΒΟ-ΟΙΚΙΣΜΟΣ	Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	26,4	80	80	22,4	5	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
51	ΣΑΜΑΡΙ ΑΓ.ΑΝΔΡΕΑ	ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ		Δ/Δ ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	23,1	80	80				ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	
52	ΚΑΡΟΥΣΑΔΕΣ	ΚΕΡΚΥΡΑΣ	ΚΑΡΟΥΣΑΔΕΣ-ΒΕΛΟΝΑΔΕΣ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	16,5	30	30	12,5	6	15	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1945
53	ΜΙΚΡΟ ΔΕΡΕΙΟ	ΕΒΡΟΥ	Χ. ΚΥΡΙΑΚΗ-ΜΙΚΤΟ ΔΕΡΕΙΟ	Τ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	34	20	-	32	2,5	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1955
54	ΠΡΩΤΟΚΛΗΣΙ	ΕΒΡΟΥ	ΠΡΩΤΟΚΛΗΣΙ-ΜΙΚΡΟΣ ΕΒΡΟΣ-ΣΟΥΦΛΙ	Δ/Α ΑΜΦΙΕΡ	ΜΠΕΛΕΥ	43	35	30	42	2,3	80	ΥΠΟΜΕΔΙ (ΠΡΩΗΝ ΥΠΕΧΩΔΕ)	1987

Πίνακας 7 Εγκατεστημένες γέφυρες Μπέλλεου στην ελληνική επικράτεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ (ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ n.d.) (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ n.d.)4. Γενικά

Στο θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας επιδιώκεται να παρουσιαστούν οι εξισώσεις και το υπόβαθρο τα οποία χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του φορέα τόσο σε δυναμική όσο και στατική απόκριση.

4.1. Χαρακτηριστικά δοκού υπό στατική φόρτιση

Η εξέταση της συμπεριφοράς του φορέα υπό τα στατικά φορτία χρησιμοποιείται προκειμένου να αξιολογηθεί κατά πόσο τα φορτία της στατικής φόρτισης ταυτοποιούνται από τις μετρήσεις στο πεδίο και την επίλυση του αναλυτικού προσομοιώματος με κατάλληλο λογισμικό.

4.1.1. Εντατικά μεγέθη διατομών μελών γέφυρας

Προκειμένου να υπάρξει ένα θεωρητικό υπόβαθρο που να αφορά στα εντατικά μεγέθη των μελών της γέφυρας θα επιχειρηθεί να υπολογισθούν με βάση τις θεωρητικές σχέσεις (ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ χ.χ.). Έτσι θα έχουμε για κάθε μέλος της γέφυρας:

4.1.1.α.Μηκίδα

Υπολογίζοντας τα εντατικά μεγέθη σχεδιασμού της μηκίδας χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον πίνακα ιδιοτήτων του μοντέλου που φαίνεται παρακάτω

Property Data ×

Section Name:

Properties

Cross-section (axial) area	4032,	Section modulus about 3 axis	130548,71
Moment of Inertia about 3 axis	6657984,	Section modulus about 2 axis	569418,5
Moment of Inertia about 2 axis	1,557E+08	Plastic modulus about 3 axis	152226,
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	659397,
Shear area in 2 direction	1800,5487	Radius of Gyration about 3 axis	40,636
Shear area in 3 direction	4032,	Radius of Gyration about 2 axis	196,5324
Torsional constant	49833,02	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Εικόνα 29 Πίνακας ιδιοτήτων μηκίδας

θα έχουμε:

M_{pl} μηκίδας

$$M_{pl} = \frac{W_{pl} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$M_{pl} = \frac{152226 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 3.024KNmm$$

N_{pl} μηκίδας

$$N_{pl} = \frac{A_{tot} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$N_{pl} = \frac{4032 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 800,789KN$$

V_{pl} μηκίδας

$$V_{pl} = \frac{A_v * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$V_{pl} = \frac{1800,5487 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 357,604 \text{ KN}$$

T_{Ed} μηκίδας

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

$$T_{Ed} = 1649,47 + 36,418 = 1.685,888 \text{ KNmm}$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{I_t}{max t_i} * \tau_{Rd}$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{49833,02}{6} * 0,1986 = 1.649,47 \text{ KNmm}$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$\tau_{Rd} = \frac{0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 0,1986 \frac{\text{KN}}{\text{mm}^2}$$

$$T_{w,Ed} = V_f * h$$

$$T_{w,Ed} = 357,04 \text{ KN} * 0,102 = 36,418 \text{ KNmm}$$

4.1.1.β. Πέλματα πλαισίων

Υπολογίζοντας τα εντατικά μεγέθη των πελμάτων πλαισίων χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον πίνακα ιδιοτήτων του μοντέλου που φαίνεται παρακάτω

Section Name		U-D BEAM	
Properties			
Cross-section (axial) area	3083,2	Section modulus about 3 axis	88604,87
Moment of Inertia about 3 axis	4549860,	Section modulus about 2 axis	110582,71
Moment of Inertia about 2 axis	9123074,	Plastic modulus about 3 axis	108933,16
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	162716,
Shear area in 2 direction	1589,0556	Radius of Gyration about 3 axis	38,4148
Shear area in 3 direction	3083,2	Radius of Gyration about 2 axis	54,3963
Torsional constant	83097,62	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Εικόνα 30 Πίνακας ιδιοτήτων πελμάτων πλαισίων

θα έχουμε:

M_{pl} πελμάτων πλαισίων

$$M_{pl} = \frac{W_{pl} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$M_{pl} = \frac{108933,16 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 21.635KNmm$$

$$N_{ED} = \frac{A_{tot} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

N_{pl} πελμάτων πλαισίων

$$N_{pl} = \frac{3083,02m^2 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 612,314KN$$

V_{pl} πελμάτων πλαισίων

$$V_{pl} = \frac{A_v * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$V_{pl} = \frac{1589,0556 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 315,588KN$$

T_{Ed} πελμάτων πλαισίων

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

$$T_{Ed} = 1.650.385,38 + 32,41 = 1.650.417,79 KNm$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{I_t}{max t_i} * \tau_{Rd}$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{83097,62}{0,010} * 0,198608 = 1.650.385,38KNmm$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

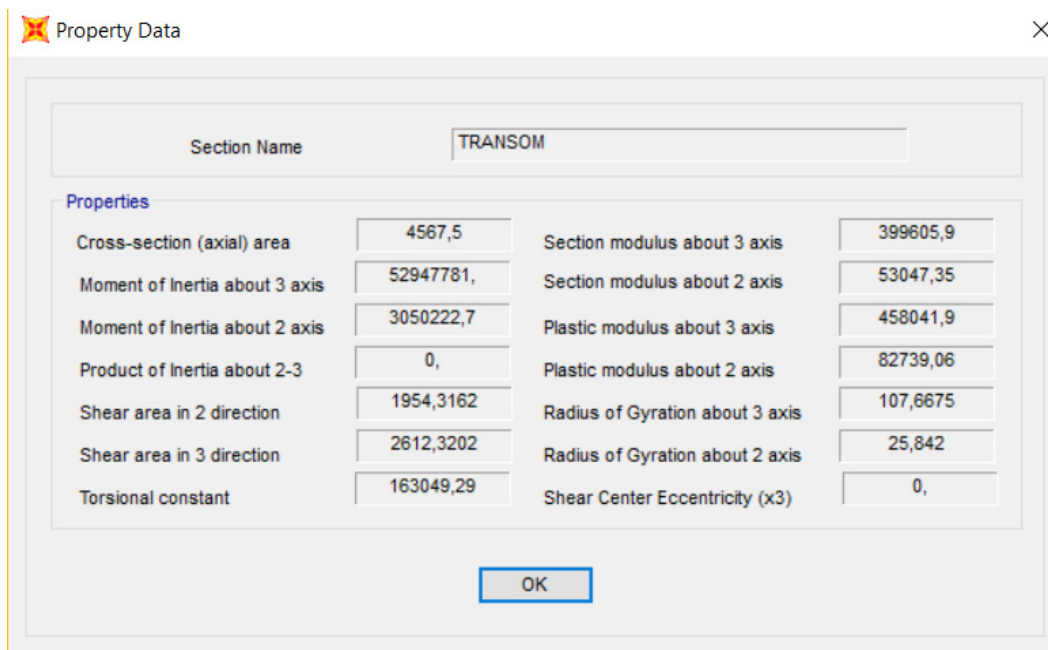
$$\tau_{Rd} = \frac{0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 0,198608 \frac{KN}{mm^2}$$

$$T_{w,Ed} = V_f * h$$

$$T_{w,Ed} = 315,588KN * 0,1027 = 32,41 KNm$$

4.1.1.γ. Διαδοκίδες

Υπολογίζοντας τα εντατικά μεγέθη των διαδοκίδων χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον πίνακα ιδιοτήτων του μοντέλου που φαίνεται παρακάτω :



Property Data			
Section Name		TRANSOM	
Properties			
Cross-section (axial) area	4567,5	Section modulus about 3 axis	399605,9
Moment of Inertia about 3 axis	52947781,	Section modulus about 2 axis	53047,35
Moment of Inertia about 2 axis	3050222,7	Plastic modulus about 3 axis	458041,9
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	82739,06
Shear area in 2 direction	1954,3162	Radius of Gyration about 3 axis	107,6675
Shear area in 3 direction	2612,3202	Radius of Gyration about 2 axis	25,842
Torsional constant	163049,29	Shear Center Eccentricity (x3)	0,

Εικόνα 31 Πίνακας ιδιοτήτων διαδοκίδων

θα έχουμε:

M_{pl} διαδοκίδων

$$M_{pl} = \frac{W_{pl} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$M_{pl} = \frac{458041,9 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 90.971KNmm$$

N_{pl} διαδοκίδων

$$N_{pl} = \frac{A_{tot} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$N_{pl} = \frac{4567,5 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 907,144KN$$

V_{ED2} διαδοκίδων

$$V_{pl} = \frac{A_v * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$V_{pl} = \frac{1954,3162 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 388,144KN$$

T_{ED} διαδοκίδων

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

$$T_{Ed} = 269.858,11 + 102,858 = 269.960,968 KNm$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{I_t}{max t_i} * \tau_{Rd}$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{163049,29}{0,012} * 0,19860849 = 269.858,11KNm$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

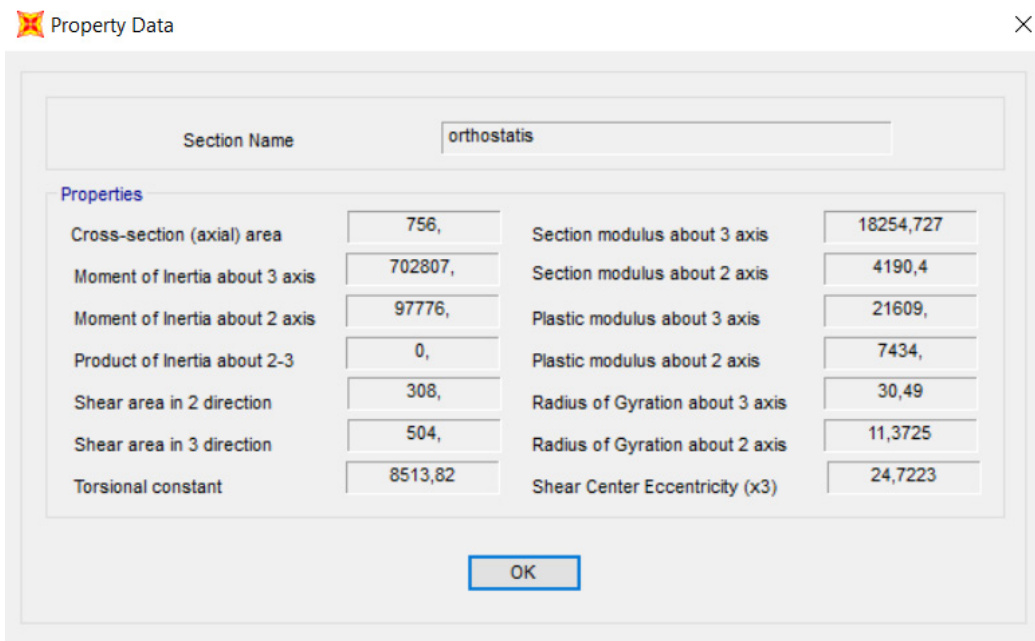
$$\tau_{Rd} = \frac{0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 0,19860849 \frac{KN}{mm^2}$$

$$T_{W,Ed} = V_f * h$$

$$T_{W,Ed} = 388,144KN * 0,265 = 102,858 KNm$$

4.1.1.δ. Ορθοστάτες - διαγώνιοι πλαισίων

Υπολογίζοντας τα εντατικά μεγέθη των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον πίνακα ιδιοτήτων του μοντέλου που φαίνεται παρακάτω :



Section Name	orthostatis		
Properties			
Cross-section (axial) area	756,	Section modulus about 3 axis	18254,727
Moment of Inertia about 3 axis	702807,	Section modulus about 2 axis	4190,4
Moment of Inertia about 2 axis	97776,	Plastic modulus about 3 axis	21609,
Product of Inertia about 2-3	0,	Plastic modulus about 2 axis	7434,
Shear area in 2 direction	308,	Radius of Gyration about 3 axis	30,49
Shear area in 3 direction	504,	Radius of Gyration about 2 axis	11,3725
Torsional constant	8513,82	Shear Center Eccentricity (x3)	24,7223

Εικόνα 32 Πίνακας ιδιοτήτων ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

θα έχουμε:

M_{pl} ορθοστατών διαγώνιων πλαισίων

$$M_{pl} = \frac{W_{pl} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$M_{pl} = \frac{21609 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 4.291,7KNm$$

N_{pl} ορθοστατών διαγώνιων πλαισίων

$$N_{pl} = \frac{A_{tot} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$N_{pl} = \frac{756 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 150,148KN$$

V_{pl} ορθοστατών διαγώνιων πλαισίων

$$V_{pl} = \frac{A_v * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$V_{pl} = \frac{504 * 0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 100,10KN$$

T_{Ed} ορθοστατών διαγώνιων πλαισίων

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

$$T_{Ed} = 24.153,62 + 7,707 = 24.161,33 KNm$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{I_t}{max t_i} * \tau_{Rd}$$

$$T_{tel,Rd} = \frac{8513,02}{0,007} * 0,198608 = 24.153,62KNmm$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

$$\tau_{Rd} = \frac{0,344}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = 0,198608$$

$$T_{w,Ed} = V_f * h$$

$$T_{w,Ed} = 100,10KN * 0,077 = 7,707 KNm$$

4.1.2 Βέλος Κάμψης της δοκού

Ο φορέα της γέφυρας προκειμένου να υπολογιστούν τα χαρακτηριστικά του θεωρείται ότι αποτελεί μονοδιάστατο σύστημα με κατανεμημένη μάζα m_x (εξ 2). Η κατανεμημένη μάζα υπολογίζεται με γνώμονα ότι κάθε πλήρες στοιχείο μήκους 3,048 m έχει βάρος 2,76 τόνους (\pm) όταν αυτή καθελκύεται με τα υλικά της συλλογής της. Η γέφυρα έχει άνοιγμα 160 ποδών και αποτελείται από 32 πλαίσια ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας δηλαδή συνολικά 320 πόδια και 64 πλαίσια. Επομένως θα έχουμε τα παρακάτω για κάθε μία από τις δύο κατευθύνσεις της γέφυρας:

α. Ιδίο Βάρος γέφυρας(ΙΒ):

$$IB = 3,41 * 32 = 109,12 \text{ τόννοι ή } 1070,10 \text{ kN}$$

β. Κατανομή του φορτίου

$$q_x = \frac{1070,10 \text{ kN}}{48,7686 \text{ m}} = 21,94 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \text{ (εξ 2),}$$

γ. Κατανομή της μάζας

$$m_x = \frac{21,94 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}} = 2,24 \text{ kNm}^{-1} \text{sec}^2 \text{ (εξ 3)}$$

Το μέτρο ελαστικότητας λήφθηκε όπως αναφέρεται στη παράγραφο 2.3 ίσο με $E=206,8 \text{ GPa}$.

Η συνολική ροπή αδράνειας I της δοκού ισούται με το άθροισμα των δύο σύνθετων δικτυωτών δοκών η οποία υπολογίστηκε με δύο μεθόδους:

$$I_{\text{eff}} = 0,003704 \text{ m}^4 \text{ σύμφωνα με τον EC-3} \quad I_{\text{eff}} = 0,5 * h_o * A_{ch} \quad \text{(εξ 4)}$$

$$I_{3-3} = 0,003238 \text{ m}^4 \text{ με τη κλασσική θεωρία} \quad I_{y0} = \frac{b * h^3}{12}, \quad I_{y1} = I_{y0} + A * d^2 \text{ (εξ 5)}$$

δ. Βέλη εκ ροπής

Από τη εξίσωση $W_m = \frac{5ql^4}{384EI}$ για τα βέλη εκ ροπής και τις εξ 2,3,4 προκύπτει:

$$W_{meff} = \frac{5 \cdot 21,94 \cdot 48,768^4}{384 \cdot 206800000 \cdot (4 \cdot 0,003704)} = 0,0257m \text{ ή } 25,72mm \text{ (εξ 6)}$$

$$W_{m3-3} = \frac{5 \cdot 21,94 \cdot 48,768^4}{384 \cdot 206800000 \cdot (0,003238)} = 0,02942m \text{ ή } 29,42mm \text{ (εξ 7)}$$

ε. Αρχικό βέλος κάμψης e_0 το οποίο προκαλείται από την ανοχή των οπών σύνδεσης των πλαισίων και το οποίο προσδιορίζεται από τη σχέση [8]:

$$e_0 = \frac{0,5L\delta_o}{h \cdot \cos a} \text{ (εξ 8)}$$

L: Μήκος γέφυρας

δ_o : Ανοχή οπών = 1 mm

h: Ύψος δικτυώματος

a: γωνία που σχηματίζουν οι διαγώνιοι ράβδοι του δικτυώματος = 45°

$$e_0 = 29,95mm \quad \text{(εξ 9)}$$

στ. Προκειμένου να υπολογιστεί το βέλος κάμψης σε πραγματικές συνθήκες θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το βέλος το προερχόμενο από την επίδραση των τεμνουσών δυνάμεων. Η εξίσωση από την οποία προκύπτει το βέλος εκ τεμνουσών

$$W_v = \frac{ql^2}{8S_v} \text{ (εξ 10)}$$

Επομένως

$$W_v = 0,050286m = 50,286 mm$$

Συνολικό βέλος κάμψης προκύπτει ίσο με:

$$\delta_{tot} = 105,95mm \text{ από άθροισμα των εξισώσεων 6,9 και 10}$$

ενώ από το άθροισμα των εξισώσεων 7,8 και 10 ίσο με
 $\delta_{tot} = 109,66mm$

Τα εν λόγω βέλη κάμψης βρίσκονται εντός των ορίων αφού από τη θεωρία ισχύει ότι:

$$\delta_{max} = \frac{l}{250} = \frac{48768}{250} mm = 195,072mm, \delta_{max} = \text{το συνολικό βέλος}$$

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0$$

$$\delta_1 = \text{βέλος κάμψης μονίμων δράσεων}$$

$$\delta_2 = \text{βέλος κάμψης μεταβλητών δράσεων}$$

$$\delta_0 = \text{το αρχικό βέλος της δοκού (αν υπάρχει) στην αφόρτιστη κατάσταση}$$

4.2 Χαρακτηριστικά δοκού υπό δυναμική φόρτιση

Προκειμένου να μπορεί να είναι εφικτή η ιδιομορφική ανάλυση του φορέα είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι ιδιομορφές και ιδιοσυχνότητες του. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους είτε με βάση τη θεωρία είτε από πειραματικά δεδομένα όπως αναπτύχθηκε προηγουμένως.

4.2.1 Ιδιομορφές και ιδιοσυχνότητες της δοκού

Ο ρεαλιστικός προσδιορισμός των ιδιομορφών και των ιδιοσυχνοτήτων ενός φορέα είναι μια διαδικασία η οποία απαιτεί πειραματικά δεδομένα τα οποία λαμβάνονται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες διέγερσης και με ταυτόχρονη καταγραφή σε συγκεκριμένα σημεία του φορέα. Σε θεωρητικό επίπεδο ο προσδιορισμός των ιδιομορφών και των ιδιοσυχνοτήτων και για το επίπεδο της εργασίας αυτής θα ληφθεί υπόψη μόνο η καμπτική ταλάντωση και συγκεκριμένα η πρώτη εκ των ιδιομορφών προκειμένου ταυτόχρονα να υπάρχουν αξιοποιήσιμα αποτελέσματα για την πιστοποίηση και του μοντέλου ραβδωτών πεπερασμένων στοιχείων. Ο υπολογισμός των ιδιοσυχνοτήτων δίνεται από τη σχέση :

$$\omega_n = \frac{n^2 * \pi^2}{L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad (\text{εξ 11})$$

όπου για την υπόψη περίπτωση είναι

E=206,8 GPa

$\Sigma I_{3-3} = 0,006476 \text{ m}^4$

$m_x = 2,24 \text{ kNm}^{-1} \text{ sec}^2$

L=48,768 m

Επομένως αφού

$$T = \frac{2 * \pi}{\omega} \quad (\text{εξ 12})$$

και

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{εξ 13})$$

θα έχουμε:

ω_i	T_i	f_i
$\omega_1 = 10,36 \text{ rad/sec}$	$T_1 = 0,606 \text{ sec}$	$f_1 = 1,648 \text{ sec}^{-1}$
$\omega_2 = 41,44 \text{ rad/sec}$	$T_2 = 0,151 \text{ sec}$	$f_2 = 6,594 \text{ sec}^{-1}$
$\omega_3 = 93,23 \text{ rad/sec}$	$T_3 = 0,067 \text{ sec}$	$f_3 = 14,838 \text{ sec}^{-1}$

Πίνακας 8: Θεωρητικές τιμές των 3 πρώτων καμπτικών ιδιομορφών

4.3 Μέθοδοι Ανάλυσης

Προκειμένου να προσδιορίσουμε τα εντατικά μεγέθη θα πρέπει να επιλέξουμε την μέθοδο που θα ακολουθήσουμε και η οποία δύναται να είναι: (ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ χ.χ.)

- (1) Ελαστική Ανάλυση
- (2) Πλαστική Ανάλυση

Κατά περίπτωση είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται:

Ανάλυση 1^{ης} τάξης (στον απαραμόρφωτο φορέα)

Ανάλυση 2^{ης} τάξης (στον παραμορφωμένο φορέα)

4.3.1 Ελαστική Ανάλυση

Η ελαστική ανάλυση μπορεί να εφαρμόζεται σε όλες τις περιπτώσεις, ανεξαρτήτως του αν η αντοχή των διατομών προσδιορίζεται με βάση την ελαστική ή πλαστική αντοχή τους. Κατ' αυτήν υποτίθεται ελαστική συμπεριφορά του φορέα, η δε σχέση τάσης – παραμόρφωσης του υλικού θεωρείται ότι είναι γραμμική για οποιαδήποτε στάθμη των τάσεων. Υποτίθεται επομένως ότι η παραμόρφωση είναι ανάλογη με την τάση, δηλαδή ότι το υλικό συμπεριφέρεται ελαστικά καθ' όλη τη φόρτιση.

Όταν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί η θεωρία 1^{ης} τάξης, οι εξισώσεις ισορροπίας και συμβιβαστού εκφράζονται στο σύστημα αναφοράς της αρχικής (μη παραμορφωμένης) γεωμετρίας του φορέα.

Όταν επιβάλλεται να ληφθούν υπόψη φαινόμενα 2^{ης} τάξης (γεωμετρική μη γραμμικότητα), χρησιμοποιείται η θεωρία 2^{ης} τάξης, η οποία απαιτεί επαναληπτικές διαδικασίες επίλυσης. Επειδή σε αυτή την περίπτωση δεν ισχύει η αρχή της επαλληλίας, γίνεται αναφορά σε κάποια συγκεκριμένη κατανομή φορτίων, τα οποία αυξάνονται βήμα – βήμα, χρησιμοποιώντας έναν πολλαπλασιαστή φόρτισης.

4.3.2 Πλαστική Ανάλυση

Η πλαστική ανάλυση λαμβάνει υπόψη τις επιδράσεις της μη γραμμικότητας του υλικού κατά τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων των δράσεων επί του φορέα, μπορεί δε να χρησιμοποιείται μόνον εφόσον τα μέλη της κατασκευής διαθέτουν επαρκή στρωφική ικανότητα στις θέσεις όπου δημιουργείται η άρθρωση.

Προκειμένου να είναι δυνατή η πλαστική ανάλυση πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

(α) Ο χάλυβας πρέπει να έχει κατάλληλη ολκιμότητά, ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί η πλαστική αντοχή των διατομών.

(β) Μετά τη δημιουργία της, η πλαστική άρθρωση πρέπει να μπορεί να στραφεί ύπο σχεδόν σταθερή ροπή, ίση με την πλαστική ροπή της διατομής(διατομή κατηγορίας 1)

(γ) Η πλαστική άρθρωση πρέπει να έχει αρκετή στροφική ικανότητα, χωρίς να μπορεί να δημιουργηθεί μηχανισμός κατάρρευσης με ανακατανομή των ροπών.

(δ) Στην περίπτωση όπου στον κορμό μιας διατομής στη θέση της πλαστικής άρθρωσης εφαρμόζεται εγκάρσια (τέμνουσα) δύναμη μεγαλύτερη από το 10% της αντοχής της διατομής έναντι τέμνουσας, πρέπει να προβλέπονται ενισχύσεις κορμού σε μία απόσταση $h/2$ από τη θέση της πλαστικής άρθρωσης (h είναι το ύψος της διατομής)

(ε) Η κατασκευή πρέπει να υπόκειται κυρίως σε στατικά φορτία, ώστε να είναι δυνατόν να αστοχήσει σε ολιγόκυκλική κόπωση.

4.4. Κατάταξη διατομών

Ο σχεδιασμός ενός φορέα και των στοιχείων από τα οποία συντίθεται, προϋποθέτει την επιλογή μιας κατάλληλης μεθόδου ανάλυσης και ελέγχου. Η επιλογή αφορά αφενός την ανάλυση, μέσω της οποίας προσδιορίζονται τα εντατικά και παραμορφωσιακά μεγέθη, αφετέρου τον τρόπο υπολογισμού της αντοχής των διατομών.

Ανάλογα με την έκταση στην οποία η αντοχή και η στρωφική ικανότητα των διατομών περιορίζεται από τον τοπικό λυγισμό, οι διατομές κατατάσσονται στις ακόλουθες τεσσέρις κατηγορίες:

(1) Διατομές κατηγορίας 1: Είναι εκείνες που μπορούν να σχηματίσουν πλαστική άρθρωση με την απαιτούμενη από την πλαστική ανάλυση στρωφική ικανότητα χωρίς μείωση της αντοχής τους.

(2) Διατομές κατηγορίας 2: Είναι εκείνες που μπορούν να αναπτύξουν πλαστική ροπή αντοχή τους, αλλά έχουν περιορισμένη στρωφική ικανότητα λόγω τοπικού λυγισμού.

(3) Διατομές κατηγορίας 3: Είναι εκείνες στις οποίες η τάση στην ακραία θλιβόμενη ίνα του χαλύβδινου μέλους, υποθέτοντας ελαστική κατανομή των τάσεων, μπορεί να φθάσει το όριο διαρροής, αλλά ο τοπικός λογισμός εμποδίζει την ανάπτυξη της πλαστικής ροπής αντοχής.

(4) Διατομές στις οποίες τοπικός λυγισμός θα συμβεί πριν την ανάπτυξη της τάσης διαρροής σε ένα ή περισσότερα μέρη της διατομής

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ροπές αντοχής των τεσσάρων κατηγοριών διατομών:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΡΟΠΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΡΟΠΗΣ
1	ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ	$M_{pl} = W_{el} * f_y$
2	ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ	$M_{pl} = W_{el} * f_y$
3	ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΡΟΠΗ	$M_{el} = W_{el} * f_y$
4	ΡΟΠΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ	$M_0 < M_{el}$

Πίνακας 9 Ροπών Αντοχής

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2 της παρούσας εργασίας μετά από το σχετικό έλεγχο των διατομών προέκυψε ότι αυτές ανήκουν στην κατηγορία 1. Μπορεί έτσι να χρησιμοποιηθεί η πλαστική ανάλυση αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ (ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ n.d.) (Standardisation 2006) (Standardisation 2006) (ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ χ.χ.)

Η γέφυρα Bailey είναι ένας φορέας ο οποίος όπως προαναφέρθηκε, αναπτύχθηκε για την κάλυψη αναγκών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες κατέλκυσης και λειτουργίας. Παρά το γεγονός ότι από τη σύλληψη μέχρι την παραγωγή της ήταν προαπαιτούμενο η χρήση της να είναι βραχυπρόθεσμη ωστόσο μέχρι σήμερα βρίσκεται σε λειτουργία σε πολλές περιπτώσεις αγγίζοντας τα 60 χρόνια αδιάκοπης χρήσης της.

Οι μελέτες οι οποίες έχουν γίνει κατά το παρελθόν ,έχουν εστιάσει στη συμπεριφορά των πλαισίων καθώς αυτά είναι τα κυριότερα δομικά στοιχεία της γέφυρας και επομένως, οποιαδήποτε αστοχία σε αυτά οδηγεί αναπόφευκτα και σε αστοχία του φορέα.

Η μη εύρεση νέου υλικού σε Εθνικό επίπεδο και το υψηλό κόστος προμήθειας από το εξωτερικό καθιστά επιτακτική την ανάγκη για μια προσέγγιση η οποία αποσκοπεί στην συντήρηση και ενίσχυση μερών της εκάστοτε γέφυρας σε μια προσπάθεια να διορθωθούν οι παθογένειες της. Επιπλέον είναι εξαιρετικά δύσκολο δε σε κάθε περίπτωση παρά την όποια δυνατότητα αντικατάστασης τμήματος από πλευράς υλικού να πραγματοποιηθεί αυτή απρόσκοπτα. Είναι δύσκολο έως αδύνατο σε πολλές περιπτώσεις να αντικατασταθεί ή να ενισχυθεί τμήμα της γέφυρας χωρίς προηγούμενα να αποκαθελκυσθεί και να επανατοποθετηθεί.

Πρωταρχικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναπτυχθεί ένα μοντέλο πεπερασμένων ραβδωτών στοιχείων στο επίπεδο του φορέα Διπλού – Απλού, να πιστοποιηθεί μέσω και των αποτελεσμάτων των πειραμάτων και στη συνέχεια να αποτελέσει εργαλείο για τις οποιεσδήποτε επεμβάσεις σε γέφυρες τέτοιου τύπου.

Όπως είναι φυσικό η παλαιότητα του υλικού σε συνδυασμό με την καταπόνηση την οποία έχει υποστεί στην πάροδο των ετών που βρίσκεται τοποθετημένο ανά την επικράτεια, οδήγησε την παρούσα εργασία να λάβει υπόψη

τις ελάχιστες δημοσιευμένες μελέτες ώστε να αντλήσει σχετικές πληροφορίες. Ωστόσο θεωρείται μέσα από τη διεθνή πρακτική και την συνάφεια σε κάθε περίπτωση των αποτελεσμάτων ότι επιτυγχάνεται καλή προσέγγιση της κατάστασης του φορέα στην υφιστάμενη του κατάσταση.

Οι παραδοχές οι οποίες και αναλύονται στη συνέχεια είναι πολυεπίπεδες και πραγματοποιείται κάθε φορά προσπάθεια επιβεβαίωσης της ορθότητας στη χρήση αυτών.

5.1 Γεωμετρία του φορέα

Προκειμένου η ανάλυση με τα πεπερασμένα ραβδωτά στοιχεία να είναι αξιοποιήσιμη ως προς τα αποτελέσματα όλα τα γεωμετρικά στοιχεία της γέφυρας λήφθηκαν από τις μετρήσεις που έγιναν στην εργασία του Βασιλείου Παπαβασιλείου όπου μετρήθηκαν με όργανα ακριβείας, όπως παχύμετρα. Στην οποία επιβεβαιώθηκαν με σχέδια παλαιότερης εργασίας (LTD n.d.). Η μέτρηση και η επιβεβαίωση των στοιχείων της γέφυρας έγινε γιατί υπάρχουν διάφοροι τύποι με παραπλήσιες ιδιότητες κατασκευασμένες από διαφορετικές εταιρίες (πχ Βρετανικές ή Αμερικάνικες και σήμερα Κινεζικές). Όλα τα στοιχεία παρά τις γενικές πρότυπες, για την εποχή κατασκευής τους, διατομές φέρουν και ενισχύσεις οι οποίες είναι δύσκολο να προσομοιωθούν στα γραμμικά πεπερασμένα ραβδωτά στοιχεία.

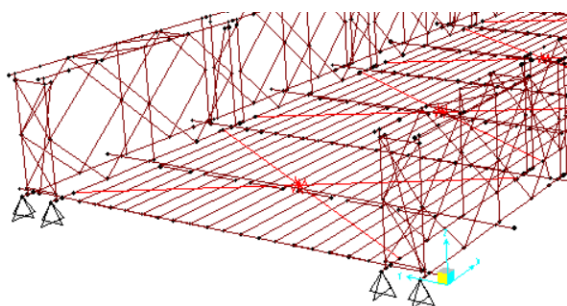
Όλα τα στοιχεία τοποθετήθηκαν κεντροβαρικά και οι κόμβοι σε στοιχεία τα οποία στη πραγματικότητα συνδέονται με λεπίδες σχηματίστηκαν με την λεπτομέρεια των διαστάσεων τους όπως ορίζει και ο EC-3.

5.2 Άνοιγμα του φορέα

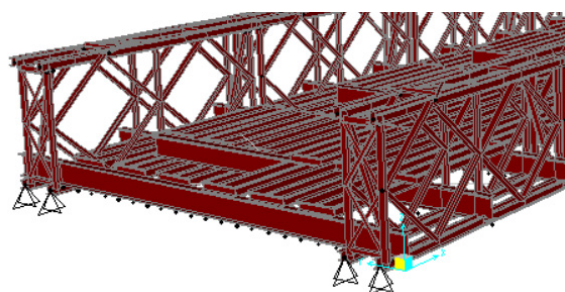
Για τον προς έλεγχο φορέα λήφθηκε υπόψη ως μήκος τα 48,768 m (160 πόδια) για δύο λόγους, πρώτον γιατί η έδραση του στο πεδίο είναι ασφαλής και εξασφαλισμένη η ορθή λειτουργία της και δεύτερον λόγο αυτού του μήκους θα ήταν πιο εύκολη η διέγερση της καμπτικής ταλάντωσης σε σχέση με τον στιβαρό φορέα των 30 ποδών.

5.3 Διαδικασία σχεδιασμού του φορέα στο Sap 2000

Η διαδικασία σχεδιασμού και τελικής μορφής του φορέα στηρίχθηκε στην δυνατότητα πολλαπλασιασμού ενός πρότυπου μοντέλου το οποίο σχεδιάστηκε αρχικά. Μιας και όλα τα τμήματα ή αλλιώς πλήρη στοιχεία του φορέα έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά σχεδιάστηκε ένα πλήρες στοιχείο και στη συνέχεια πολλαπλασιάστηκε σε 16 τμήματα. Αυτή είναι και η βασική επιδίωξη της εργασίας, δηλαδή η ανάπτυξη ενός προτύπου το οποίο να ανταποκρίνεται όσο το δυνατόν στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.



Εικόνα 33: Πρότυπο μοντέλο πλήρους στοιχείου φορέα διπλού απλού

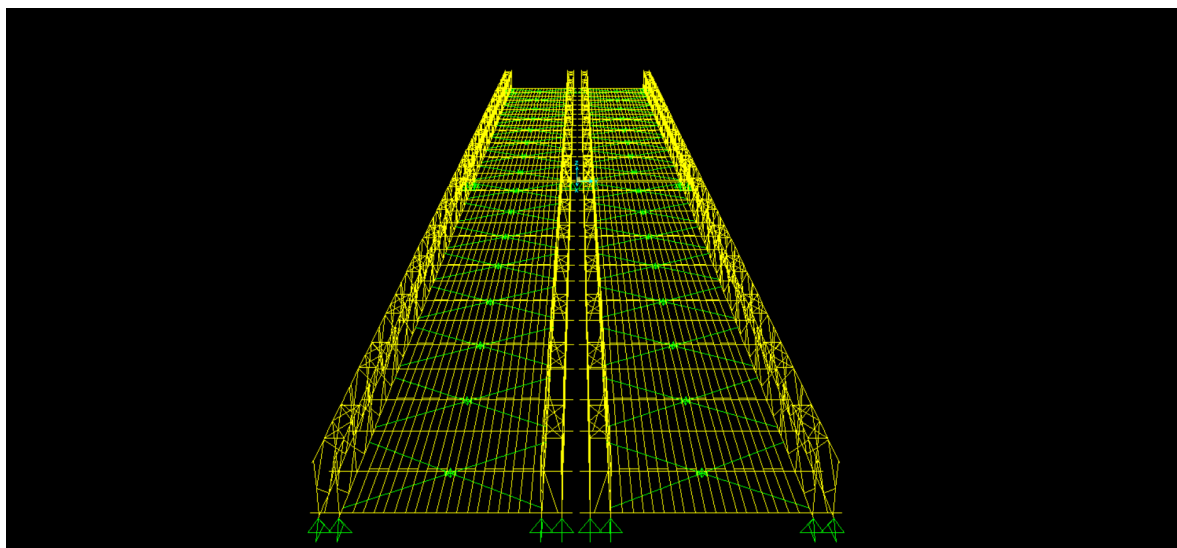


Εικόνα 34: Πρότυπο μοντέλο πλήρους στοιχείου φορέα διπλού απλού σε 3D

Όλα τα στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στις θέσεις που είναι τοποθετημένα και στο φορέα, ενώ οι συνδέσεις τους έχουν θεωρηθεί είτε αρθρώσεις μεταξύ των πλαισίων με ελευθέρωση της ροπής στον κύριο άξονα είτε ως πακτώσεις κατά περίπτωση.

Για παράδειγμα η σύνδεση των διαδοκίδων με τα πλαίσια γίνεται με βλήτρα σύνδεσης. Ο τρόπος όμως της πραγματοποίησης της σύνδεσης μπορεί να θεωρηθεί πάκτωση με ελάχιστη απόκλιση από την πραγματικότητα. Αποκλίσεις από τη θεώρηση μπορούν να προκύψουν εφόσον οι συνδέσεις δεν γίνουν με επιμέλεια και παραμείνουν χαλαρές. Η παραδοχή είναι ότι οι συνδέσεις είναι καλά επιμελημένες.

Για την σύνδεση των διαδοκίδων με την αντηρίδα προκειμένου να προσομοιωθεί τόσο η θέση όσο και η δυσκαμψία των μελών προσομοιώθηκε και ένας κοχλίας στην σύνδεση ως άκαμπτο μέλος.



Εικόνα 35: Φορέας 16 διπλών πλήρων στοιχείων 48,768 m (160 ποδών)

Για τους αντιανέμιους συνδέσμους δυσκαμψίας δεν χρησιμοποιήθηκε διατομή χάλυβα αλλά πραγματοποιήθηκε σύνδεση με στοιχείο LINK δύο κόμβων.

5.4 Μορφές Φορέων και Διαδικασία Φόρτισης αυτών

Η επίλυση του φορέα περιλαμβάνει συνδυασμούς φορτίσεων προκειμένου να ελεγχθεί τόσο η κατάσταση λειτουργικότητας όσο και η κατάσταση αστοχίας.

Το κινητό φορτίο P_i ($i=1,2,3$) στη περίπτωση αυτή είναι φορτηγό όχημα η κλάση του οποίου μεταβάλλεται σύμφωνα με τον κανονισμό (ΣΤΡΑΤΟΥ Χ.Χ.). Στο κανονισμό ορίζεται ότι οι περιπτώσεις φόρτισης της γέφυρας με κινητό φορτίο είναι τρεις.

Η κανονική κυκλοφορία προβλέπει την κίνηση οχημάτων επί του φορέα σε αποστάσεις 27 m και επιτρεπόμενη κλάση οχήματος 50 χωρίς όριο ταχύτητας.

Η **μετα-προσοχής κυκλοφορία** προβλέπει την κίνηση οχήματος με ταχύτητα 12,5 Km/h σε απόσταση 47 m μεταξύ τους με άξονα κίνησης επί του κέντρου του καταστρώματος και επιτρεπόμενη κλάση 60.

Η **επικίνδυνη κυκλοφορία** προβλέπει την κίνηση ενός μόνο οχήματος με ταχύτητα 4,2 Km/h με άξονα κίνησης επί του κέντρου του καταστρώματος και επιτρεπόμενη κλάση 66.

5.5 Αρχές Σχεδιασμού

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού ενός φορέα για τις οποίες πραγματοποιείται έλεγχος επάρκειας είναι οι παρακάτω:

1. Καταστάσεις σχεδιασμού με διάρκεια, οι οποίες αφορούν σε κανονικές συνθήκες χρήσης.
2. Παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού, οι οποίες αφορούν σε προσωρινές συνθήκες που επιβάλλονται στο φορέα, , π.χ. κατά τη φάση ανέγερσης ή επισκευών.
3. Τυχηματικές καταστάσεις σχεδιασμού, που αντιστοιχούν σε εξαιρετικές συνθήκες που επιβάλλονται στο φορέα, π.χ. πυρκαγιά, έκρηξη, πρόσκρουση.
4. Καταστάσεις σχεδιασμού έναντι σεισμού (seismic), που αντιστοιχούν σε συνθήκες που επιβάλλονται στο φορέα ,όταν αυτός εκτίθεται σε σεισμικά γεγονότα.

5.6 Οριακές καταστάσεις

Οριακές καταστάσεις, είναι οι καταστάσεις πέρα από τις οποίες ο φορέας ή τμήμα αυτού δεν ικανοποιεί τα κριτήρια σχεδιασμού του. Οι υπόψη καταστάσεις διακρίνονται στις παρακάτω δύο κατηγορίες:

1. Οριακές καταστάσεις αστοχίας (ultimate limit states, πλαστικές αντοχές, απώλεια ευστάθειας, θραύση κόπωση, ανατροπή κ.λ.π.) οι οποίες συνδέονται με κατάρρευση ή ισοδύναμες μορφές αστοχίας του φορέα ή τμήματός του.

2. Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας (service ability limit States μετατοπίσεις ταλαντώσεις, ρηγματώσεις κ.λ.π.) που συνδέονται με συνθήκες πέραν των οποίων δεν τηρούνται πλέον οι καθορισμένες λειτουργικές απαιτήσεις για το φορέα ή για το μέλος αυτού.

5.7 Ανάλυση Δράσεων

5.7.1 Προέλευση Δράσεων

Οι δράσεις οι οποίες επιβάλλονται στην κατασκευή με τη μορφή συνδυασμών αναλόγως της προέλευσής τους, για τις προαναφερθείσες καταστάσεις σχεδιασμού, διακρίνονται σε:

1. Άμεσες (direct), π.χ. συγκεντρωμένα ή ομοιομόρφως κατανεμημένα γραμμικά και επιφανειακά φορτία.
2. Έμμεσες (indirect), π.χ. επιβαλλόμενη παραμόρφωση λόγω θερμοκρασιακής μεταβολής ή υποχώρησης στηρίξεων, ή επιβαλλόμενη επιτάχυνση λόγω σεισμού.

5.7.2 Χωρική Μεταβολή Δράσεων

Οι δράσεις αυτές, ως προς το χρόνο ταξινομούνται σε:

1. Μόνιμες (permanent) (G), π.χ. ίδια βάρη της κατασκευής, προσαρτήματα
2. Μεταβλητές (variable) (Q), π.χ. επιβεβλημένα φορτία, φορτία χιονιού ή ανέμου.
3. Τυχηματικές (accidental) (A), π.χ. εκρήξεις ή προσκρούσεις οχημάτων.

Ορισμένες δράσεις, π.χ. οι σεισμικές δράσεις ή τα φορτία χιονιού μπορεί να θεωρούνται είτε ως τυχηματικές ή και μεταβλητές δράσεις, ανάλογα με την περιοχή της κατασκευής, όπως περιγράφεται αναλυτικά σε άλλα Μέρη του Ευρωκώδικα 1.

5.7.3 Θέση Δράσεων

Ως προς τη θέση τους οι δράσεις ταξινομούνται σε:

1. Καθορισμένες (fixed), π.χ. ίδιο βάρος
2. Ελεύθερες (free), π.χ. κινητά επιβεβλημένα φορτία, φορτία χιονιού ή ανέμου.

5.7.4 Φύση Δράσεων

Ως προς τη φύση τους ταξινομούνται σε στατικές ή δυναμικές (static or dynamic), ανάλογα με το μέγεθος της επιτάχυνσης που προκαλείται στην κατασκευή. Η προένταση (P) είναι μόνιμη δράση. Οι έμμεσες δράσεις είναι είτε μόνιμες (π.χ. υποχώρηση στήριξης), ή μεταβλητές (π.χ. θερμοκρασιακή μεταβολή).

5.8 Κατηγορίες Δράσεων

5.8.1 Μόνιμες Δράσεις

Με τον όρο αυτό νοούνται όλες οι δράσεις, οι οποίες αναμένεται να επενεργήσουν κατά την διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου αναφοράς και για την οποία η διαφοροποίηση του μεγέθους τους στο χρόνο είναι αμελητέα. Στα μόνιμα φορτία περιλαμβάνεται το σύνολο του ίδιου βάρους της γέφυρας.

5.8.2 Επιβαλλόμενες (Μεταβλητές) Δράσεις

Εντάσσονται γενικώς στη κατηγορία των μεταβλητών ελευθέρων δράσεων εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στο κανονισμό. Περιλαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία που προκύπτουν από τη χρήση της κατασκευής, την παρουσία ανθρώπων, οχημάτων, κινητού εξοπλισμού, αποθηκευμένων αγαθών κ.λπ. Οι μεταβλητές δράσεις θα πρέπει να τοποθετούνται κατά τον πλέον δυσμενή τρόπο στο φορέα, ώστε να καλύπτουν όλες τις ενδεχόμενες καταστάσεις φόρτισης και να προσδιορίζεται η δυσμενέστερη επιρροή τους.

5.8.3 Φορτίο Χιονιού επί του εδάφους (s_k)

Η χαρακτηριστική τιμή του φορτίου χιονιού επί του εδάφους (s_k) πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$s_{k,A} = s_{k,0} \left[1 + \left(\frac{A}{917} \right)^2 \right]$$

Όπου:

$s_{k,0}$: είναι το χαρακτηριστικό φορτίου χιονιού σε έδαφος που βρίσκεται στην στάθμη της θάλασσας ($A=0$). Η τιμή του δίνεται από τον παρακάτω πίνακα συναρτήσει της ζώνης:

Ζώνη	Περιοχές	$s_{k,0}$ (kN/m ²)
A	Νομοί Αρκαδίας, Ηλείας, Λακωνίας, Μεσσηνίας και όλα τα νησιά πλην των Σποράδων και της Εύβοιας	0,4
B	Νομοί Μαγνησίας, Φθιώτιδας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Λάρισας, Σποράδες και Εύβοια	0,8
Γ	Υπόλοιπη Χώρα	1,7

Πίνακας 10_Τιμές του χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού

A: είναι το υψόμετρο της τοποθεσίας πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (σε m). Το υψόμετρο A μετριέται με ακρίβεια 100m. Το υψόμετρο στρογγυλοποιείται στην αμέσως μεγαλύτερη εκατοντάδα.

$$S = \mu_i C_e C_t S_k$$

5.8.4 Φορτίο Ανέμου

Οι δράσεις του ανέμου παρουσιάζουν διακυμάνσεις στο χρόνο και δρουν άμεσα ως πιέσεις επί των εξωτερικών επιφανειών κλειστών κατασκευών και, λόγω της πορώδους φύσης της εξωτερικής επιφάνειας, δρουν επίσης έμμεσα επί των εσωτερικών επιφανειών. Επίσης μπορούν να δρουν άμεσα επί της εσωτερικής επιφάνειας ανοικτών κατασκευών. Από τις πιέσεις που αναπτύσσονται σε περιοχές της επιφάνειας προκύπτουν δυνάμεις κάθετες προς την επιφάνεια της κατασκευής ή των μεμονωμένων στοιχείων επικάλυψης. Επιπρόσθετα, όταν μεγάλες επιφάνειες κατασκευών σαρώνονται από τον άνεμο, οι δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται εφαπτομενικά προς την επιφάνεια μπορεί να είναι σημαντικές. Η δράση του ανέμου αναπαρίσταται με ένα απλοποιημένο σύνολο πιέσεων ή δυνάμεων των οποίων οι επιδράσεις είναι ισοδύναμες με τις ακραίες επιδράσεις του στροβιλώδους ανέμου.

Η μέση ταχύτητα του ανέμου $v_m(z)$, σε ύψος z πάνω από το έδαφος, εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους και την τοπογραφία και από τη βασική ταχύτητα του ανέμου, v_b , και θα προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

όπου:

$c_r(z)$: Ο συντελεστής τραχύτητας

$c_o(z)$: Ο συντελεστής ανάγλυφου του εδάφους, που λαμβάνεται ως 1,0 εκτός εάν ορίζεται διαφορετικά.

v_b : Η βασική ταχύτητα ανέμου, που ορίζεται ως συνάρτηση της διεύθυνσης του ανέμου και της εποχής του έτους, στα 10m πάνω από έδαφος κατηγορίας II.

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

$v_{b,0}$: Η θεμελιώδης τιμή της βασικής ταχύτητας ανέμου, βλέπε (1)P

c_{dir} : Ο συντελεστής διεύθυνσης, Η τιμή του συντελεστή διεύθυνσης, c_{dir} , για διάφορες διευθύνσεις ανέμου μπορεί να δίνεται στο Εθνικό Προσάρτημα. Η

προτεινόμενη τιμή είναι 1,0..

C_{season} : Ο εποχικός συντελεστής, Η τιμή του εποχικού συντελεστή, c_{season} , για χρήση σε μια Χώρα μπορεί να δίνεται στο Εθνικό της Προσάρτημα. Η προτεινόμενη τιμή είναι 1,0.

5.8.5 Φορτίο σεισμού

Η πολυπλοκότητα του προσομοιώματος που θα επιλεγεί για την περιγραφή της σεισμικής δράσης εξαρτάται από την περιγραφόμενη σεισμική κίνηση και την σπουδαιότητα του έργου και δεν θα πρέπει να είναι δυσανάλογη με την δομή του προσομοιώματος που χρησιμοποιείται για την ανάλυση της γέφυρας.

Για την ποσοτικοποίηση της σεισμικής δράσης λαμβάνεται υπόψη μόνον η ταλάντωση του συστήματος που διεγείρεται από την κίνηση του εδάφους. Οι σεισμοί όμως μπορούν να προκαλέσουν και μόνιμες εδαφικές μετακινήσεις που προκύπτουν από εδαφική αστοχία ή ρήξη ρήγματος που μπορεί να οδηγήσουν σε επιβεβλημένες παραμορφώσεις με σοβαρές συνέπειες για τις γέφυρες. Τέτοιοι κίνδυνοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη με ειδικές μελέτες και οι συνέπειές τους να ελαχιστοποιούνται με κατάλληλη επιλογή στατικού συστήματος.

Ο έλεγχος αναφορικά με τις σεισμικές δράσεις έγινε σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8, Μέρος 2. Επιλέχθηκε για την ανάλυση, η μέθοδος της φασματικής απόκρισης. Ο προσδιορισμός των μαζών γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των μόνιμων φορτίων της γέφυρας με τις χαρακτηριστικές τιμές τους, καθώς και τις οιονεί μόνιμες τιμές των μεταβλητών δράσεων με τιμή $\psi_{21} Q_{1k}$, όπου όμως σε οδογέφυρες με κανονική κυκλοφορία ή σε πεζογέφυρες, λαμβάνεται $\psi_{21}=0$.

(1) Στο πλαίσιο του EN 1998, η σεισμική κίνηση σε ένα δεδομένο σημείο στην επιφάνεια προσομοιώνονται με ένα ελαστικό φάσμα απόκρισης εδαφικής επιτάχυνσης, αποκαλούμενο εφεξής "ελαστικό φάσμα απόκρισης".

(2) Η μορφή του ελαστικού φάσματος απόκρισης λαμβάνεται η ίδια για τα δύο επίπεδα σεισμικής δράσης για την απαίτηση μη-κατάρρευσης (οριακή κατάσταση αστοχίας – σεισμική δράση σχεδιασμού) και για την απαίτηση περιορισμού βλαβών.

(3) Η οριζόντια σεισμική δράση περιγράφεται από δύο ορθογώνιες συνιστώσες που θεωρούνται ανεξάρτητες μεταξύ τους και που εκφράζονται από το ίδιο φάσμα απόκρισης.

(4) Για τις τρεις συνιστώσες της σεισμικής δράσης, μπορούν να υιοθετηθούν μια ή περισσότερες εναλλακτικές μορφές φασμάτων απόκρισης, ανάλογα με τις σεισμογενείς πηγές και τα σεισμικά μεγέθη.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 Η επιλογή της μορφής του ελαστικού φάσματος απόκρισης που χρησιμοποιείται σε μια χώρα ή μέρος της χώρας μπορεί να βρεθεί στο Εθνικό Προσάρτημα.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 Για την επιλογή της κατάλληλης μορφής του φάσματος, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο μέγεθος σεισμών οι οποίοι συμβάλλουν περισσότερο στη σεισμική επικινδυνότητα που έχει ληφθεί με στόχο την πιθανολογική αξιολόγηση του κινδύνου, παρά σε συντηρητικά ανώτερα όρια (π.χ. Μέγιστος Δυνατός Σεισμός) που καθορίζονται με διαφορετικούς στόχους.

(5) Όταν οι σεισμοί που έχουν επιρροή σε μια θέση προέρχονται από πηγές που έχουν σημαντικές διαφορές, πρέπει να εξετάζεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν φάσματα με περισσότερες από μία μορφή με στόχο να καταστήσουν δυνατή επαρκώς αντιπροσωπευτική προσομοίωση της σεισμικής δράσης σχεδιασμού. Σε τέτοιες περιπτώσεις, απαιτούνται διαφορετικές τιμές του a_g για κάθε τύπο φάσματος και σεισμού.

(6) Για φορείς με μεγάλη σπουδαιότητα ($\gamma > 1,0$) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη επιδράσεις τοπογραφικής ενίσχυσης.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Το Πληροφοριακό Παράρτημα Α του EN 1998-5:2004 παρέχει πληροφορίες για τις επιδράσεις τοπογραφικής ενίσχυσης.

(7) Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν προσομοιώσεις χρονοϊστορίας της σεισμικής κίνησης.

(8) Για ειδικούς τύπους φορέων μπορεί να χρειαστεί να λαμβάνεται υπόψη η χωρική και η χρονική μεταβολή της εδαφικής κίνησης (βλέπε EN 1998-2, EN 1998-4 και EN 1998-6).

Οριζόντιο ελαστικό φάσμα απόκρισης

(1) Για τις οριζόντιες συνιστώσες της σεισμικής δράσης, το ελαστικό φάσμα απόκρισης $S_e(T)$ καθορίζεται από τις ακόλουθες εκφράσεις (βλέπε 3.1):

$$0 \leq T \leq T_B : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right] \quad (3.2)$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \quad (3.3)$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad (3.4)$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad (3.5)$$

όπου:

$S_e(T)$ είναι το ελαστικό φάσμα απόκρισης

T είναι η περίοδος ταλάντωσης ενός γραμμικού συστήματος μίας ελευθερίας κίνησης

a_g είναι η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος κατηγορίας Α ($a_g = \alpha \cdot a_{gR}$);

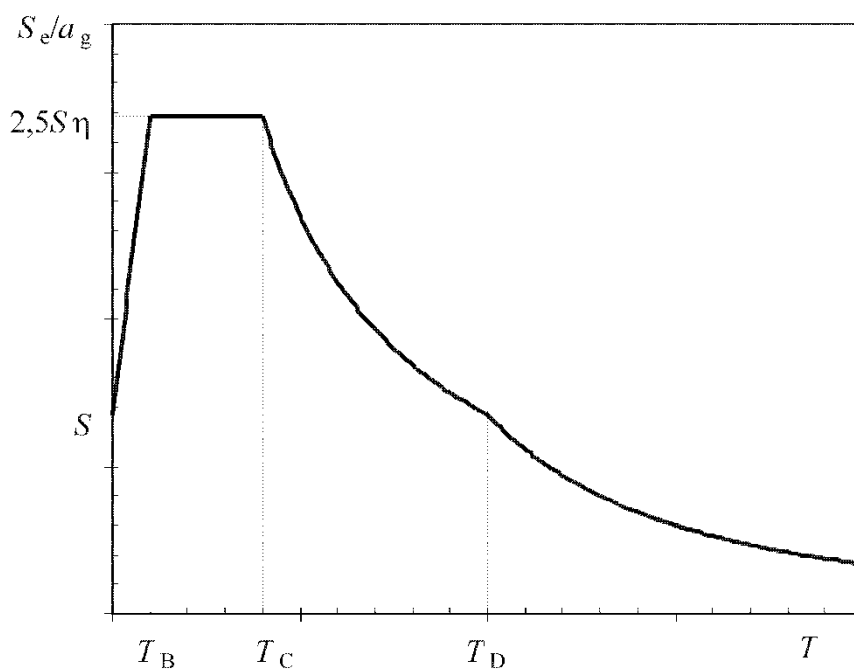
T_B είναι η περίοδος κάτω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης

T_C είναι η περίοδος άνω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης

T_D είναι η τιμή της περιόδου που ορίζει την αρχή της περιοχής σταθερής μετακίνησης του φάσματος

S είναι ο συντελεστής εδάφους

η είναι ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης, με τιμή αναφοράς $\eta = 1$ για 5% ιξώδη απόσβεση, βλέπε (3) της παρούσας



Σχήμα 3.1: Μορφή του ελαστικού φάσματος απόκρισης

(2) Οι τιμές των περιόδων T_B , T_C και T_D καθώς και αυτή του συντελεστή εδάφους S , που περιγράφουν την μορφή του ελαστικού φάσματος απόκρισης εξαρτώνται από την κατηγορία του εδάφους.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 Οι τιμές που αποδίδονται στις T_B , T_C , T_D και S για κάθε κατηγορία εδάφους και τύπο φάσματος για χρήση σε μια χώρα μπορούν να βρεθούν στο Εθνικό Προσάρτημα. Εάν δεν είναι διαθέσιμη η γεωλογία των βαθύτερων στρωμάτων, η συνιστώμενη επιλογή είναι η χρήση δύο τύπων φασμάτων: Τύπος 1 και Τύπος 2. Εάν οι σεισμοί που συμβάλλουν περισσότερο στη σεισμική επικινδυνότητα που καθορίζεται για την περιοχή με σκοπό την πιθανολογική αξιολόγηση της διακινδύνευσης έχουν μέγεθος κύματος επιφανείας, M_s , όχι μεγαλύτερο από 5,5, συνιστάται η υιοθέτηση φάσματος τύπου 2. Για τους πέντε εδαφικούς τύπους A, B, C, D και E οι συνιστώμενες τιμές των παραμέτρων S , T_B , T_C και T_D δίνονται στον Πίνακα 3.2 για τον Τύπο Φάσματος 1 και στον Πίνακα 3.3 για τον Τύπο Φάσματος 2. Το Σχήμα 3.2 και το Σχήμα 3.3 παρουσιάζουν τις μορφές του συνιστώμενου Τύπου Φάσματος 1 και του συνιστώμενου Τύπου Φάσματος 2, αντίστοιχα, ανηγμένες σε a_g , για απόσβεση 5%. Διαφορετικά φάσματα

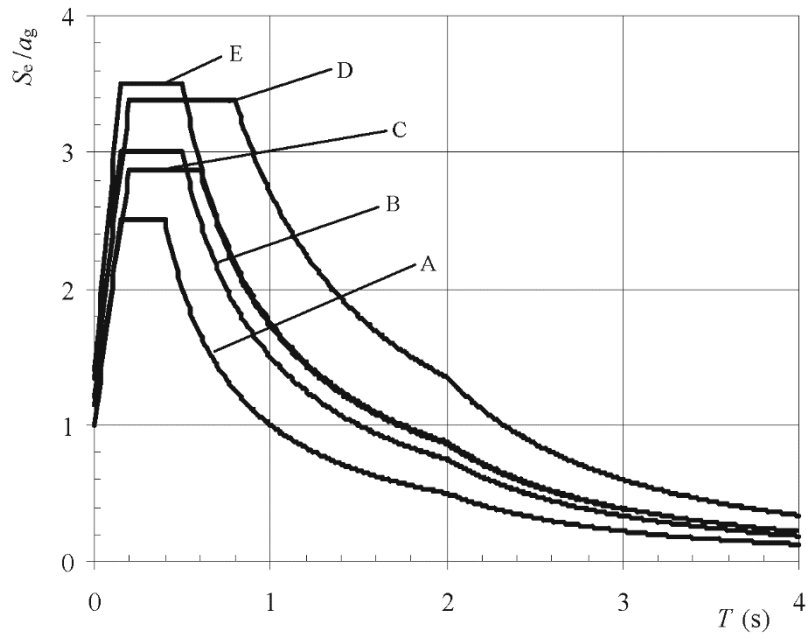
μπορούν να καθοριστούν στο Εθνικό Προσάρτημα, εάν απαιτείται από την γεωλογία των βαθύτερων στρωμάτων.

Εδαφικός Τύπος	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

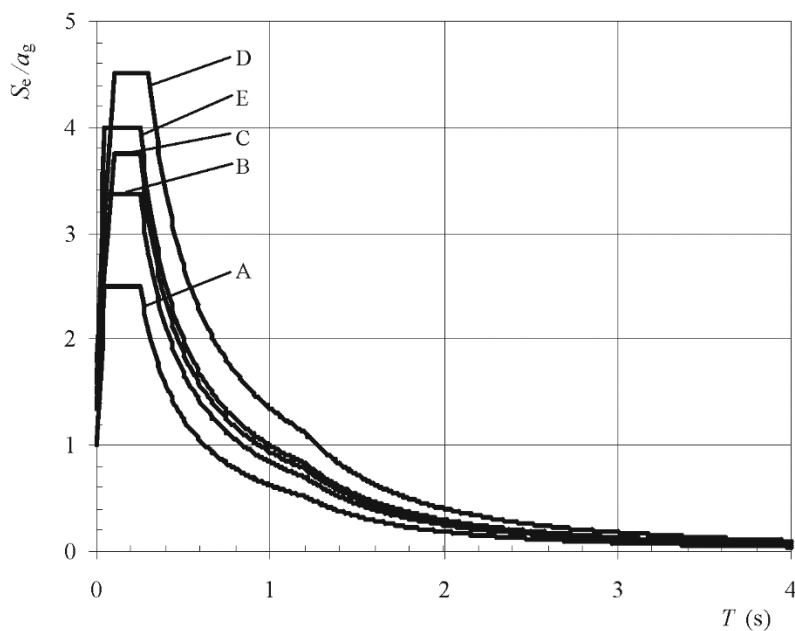
Πίνακας 11 Τιμές παραμέτρων που περιγράφουν τα συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 1

Εδαφικός Τύπος	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,05	0,25	1,2
B	1,35	0,05	0,25	1,2
C	1,5	0,10	0,25	1,2
D	1,8	0,10	0,30	1,2
E	1,6	0,05	0,25	1,2

Πίνακας 12 Τιμές των παραμέτρων που περιγράφουν τα συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 2



Σχήμα 3.2: Συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 1 για κατηγορίες εδάφους Α έως Ε (5% απόσβεση)



Σχήμα 3.3: Συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 2 για κατηγορίες εδάφους Α έως Ε (5% απόσβεση)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 Για τις κατηγορίες εδάφους S_1 και S_2 οι αντίστοιχες τιμές των S , T_B , T_C και T_D πρέπει να προέρχονται από ειδική μελέτη.

(3) Η τιμή του διορθωτικού συντελεστή απόσβεσης η μπορεί να ληφθεί από την έκφραση:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

όπου ξ είναι ο λόγος ιξώδους απόσβεσης του φορέα, εκπεφρασμένος σαν ποσοστό επί τις εκατό.

(4) Εάν για ειδικούς λόγους πρέπει να χρησιμοποιηθεί λόγος ιξώδους απόσβεσης διαφορετικός από 5%, η τιμή αυτή δίνεται στο σχετικό Μέρος του EN 1998.

(5) Το ελαστικό φάσμα απόκρισης μετακίνησης, $S_{De}(T)$, θα λαμβάνεται από άμεση μετατροπή του φάσματος ελαστικής απόκρισης επιτάχυνσης, $S_e(T)$, χρησιμοποιώντας την ακόλουθη έκφραση:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \left[\frac{T}{2\pi} \right]^2$$

(6) Η παραπάνω έκφραση πρέπει κανονικά να εφαρμόζεται για περιόδους ταλάντωσης που δεν υπερβαίνουν τα 4.0 s. Για φορείς με περιόδους ταλάντωσης μεγαλύτερες από 4.0 s, είναι δυνατός πληρέστερος ορισμός του ελαστικού φάσματος μετακίνησης.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Για φάσμα ελαστικής απόκρισης Τύπου 1, που αναφέρεται στην Σημείωση 1, ένας τέτοιος ορισμός παρουσιάζεται στο Πληροφοριακό Παράρτημα Α, σε όρους φάσματος απόκρισης μετακίνησης. Για περιόδους μεγαλύτερες από 4,0 s, το φάσμα ελαστικής απόκρισης επιτάχυνσης μπορεί να ληφθεί από το φάσμα απόκρισης ελαστικής μετακίνησης με αντιστροφή της έκφρασης.

Φάσμα κατακόρυφης ελαστικής απόκρισης

(1) Η κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής δράσης θα προσομοιώνεται από ένα φάσμα ελαστικής απόκρισης $S_{ve}(T)$, που ορίζεται από :

$$0 \leq T \leq T_B : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 3,0 - 1) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \leq 4s : S_{ve}(T) = a_{vg} \cdot \eta \cdot 3,0 \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Οι τιμές που αποδίδονται στις T_B , T_C , T_D και a_{vg} για κάθε τύπο κατακόρυφου φάσματος για χρήση σε μια χώρα μπορούν να βρεθούν στο Εθνικό Προσάρτημα. Η συνιστώμενη επιλογή είναι η χρήση δύο τύπων κατακόρυφων φασμάτων: Τύπου 1 και Τύπου 2. Όπως και για τα φάσματα που καθορίζουν τις οριζόντιες συνιστώσες της σεισμικής δράσης, εάν οι σεισμοί που συμβάλλουν περισσότερο στην σεισμική επικινδυνότητα που καθορίζεται για την περιοχή με σκοπό την πιθανολογική αξιολόγηση της διακινδύνευσης έχουν μέγεθος κύματος επιφανείας, M_s , όχι μεγαλύτερο από 5.5, συνιστάται η υιοθέτηση φάσματος Τύπου 2. Για τις πέντε κατηγορίες εδάφους A, B, C, D και E, οι συνιστώμενες τιμές των παραμέτρων που περιγράφουν τα κατακόρυφα φάσματα δίνονται στον Πίνακα 3.4. Αυτές οι συνιστώμενες τιμές δεν ισχύουν για τις ειδικές κατηγορίες εδάφους S_1 και S_2 .

Πίνακας

Συνιστώμενων τιμών παραμέτρων που περιγράφουν τα φάσματα κατακόρυφης ελαστικής απόκρισης

Φάσμα	a_{vg}/a_g	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
Τύπου 1	0,90	0,05	0,15	1,0
Τύπου 2	0,45	0,05	0,15	1,0

Πίνακας 13 Συνιστώμενες τιμές παραμέτρων που περιγράφουν τα φάσματα κατακόρυφης ελαστικής απόκρισης

Εδαφική μετακίνηση σχεδιασμού

(1) Εκτός αν υπάρχουν διαφορετικές ενδείξεις από ειδικές μελέτες που βασίζονται σε διαθέσιμες πληροφορίες, η εδαφική μετακίνηση σχεδιασμού d_g , που αντιστοιχεί στην εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού, μπορεί να υπολογιστεί με τη χρήση της ακόλουθης έκφρασης:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

5.8.6 Λοιπά Φορτία

Εκτός των φορτίων που αναφέρθηκαν παραπάνω θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και μία σειρά από άλλα φορτία όπως παρακάτω:

5.8.6.α Θερμοκρασιακές Μεταβολές

Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των θερμικών δράσεων θα πρέπει να προσδιορίζονται από τη συνιστώσα ομοιόμορφης θερμοκρασίας και τις συνιστώσες θερμοκρασιακής διαφοράς (βλ. 6.1.4)

5.8.6.α.(1) Συνιστώσα ομοιόμορφης θερμοκρασίας

Η συνιστώσα ομοιόμορφης θερμοκρασίας εξαρτάται από την ελάχιστη και τη μέγιστη θερμοκρασία που θα αναπτυχθεί σε μια γέφυρα. Εξ αυτών προκύπτει ένα εύρος ομοιόμορφων θερμοκρασιακών μεταβολών, που έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή μήκους των μελών ενός μη παρεμποδιζόμενου φορέα. Οι ακόλουθες επιδράσεις θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όπου απαιτείται:

- Παρεμπόδιση της συναφούς συστολής ή διαστολής ανάλογα με το είδος της κατασκευής (π.χ. μεταθετό πλαίσιο, τοξωτός φορέας, ελαστομεταλλικά εφέδρανα)
- Τριβή σε κυλιόμενα ή ολισθαίνοντα εφέδρανα
- Μη γραμμικές γεωμετρικές επιδράσεις (φαινόμενα 2ας τάξεως)
- Σε σιδηροδρομικές γέφυρες, τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης μεταξύ των σιδηροτροχιών και της γέφυρας λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του καταστρώματος και των τροχιών μπορεί να εισαγάγουν

πρόσθετες δράσεις στα εφέδρανα (και πρόσθετες οριζόντιες δράσεις στις σιδηροτροχιές).

5.8.6.α.(2) Συνιστώσα της θερμοκρασιακής διαφοράς

(1) Για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο θέρμανσης και ψύξης της άνω επιφάνειας ενός καταστρώματος γέφυρας προκύπτει μια μέγιστη θερμαντική (θερμότερη η άνω επιφάνεια) και μια μέγιστη ψυκτική (θερμότερη η κάτω επιφάνεια) θερμοκρασιακή διαφορά.

(2) Η καθ' ύψος θερμοκρασιακή διαφορά μπορεί να προκαλέσει επιδράσεις σε ένα φορέα όπως:

- Παρεμπόδιση της ελεύθερης καμπύλωσης λόγω του τύπου του φορέα (π.χ. πλαισιωτός φορέας, συνεχείς δοκοί, κλπ.)
- Τριβή σε εφέδρανα με κύλιστρα
- Μη γραμμικές γεωμετρικές επιδράσεις (φαινόμενα 2ας τάξεως)

(3) Στην περίπτωση δόμησης εν προβόλω, ίσως να πρέπει να ληφθεί υπόψη μια αρχική θερμοκρασιακή διαφορά στη θέση ολοκλήρωσης του προβόλου.

5.8.6.β. Πυρκαγιά (Δεν εξετάζεται στην παρούσα εργασία)

α. Η ανάλυση του δομοστατικού σχεδιασμού έναντι πυρκαγιάς θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα βήματα, όπου συντρέχει:

- (1) Την επιλογή των σχετικών σεναρίων σχεδιασμού έναντι πυρκαγιάς
- (2) Τον προσδιορισμό των αντίστοιχων πυρκαγιών σχεδιασμού
- (3) Τον υπολογισμό της εξέλιξης της θερμοκρασίας μέσα στα δομικά μέλη
- (4) τον υπολογισμό της μηχανικής συμπεριφοράς του φορέα που εκτίθεται σε πυρκαγιά. Η μηχανική συμπεριφορά

ενός φορέα εξαρτάται από τις θερμικές δράσεις και τις θερμικές τους επιδράσεις στις ιδιότητες των υλικών και τις έμμεσες μηχανικές δράσεις, καθώς και από τα άμεσα αποτελέσματα των μηχανικών δράσεων.

β. Ο δομοστατικός σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς αφορά την εφαρμογή δράσεων για ανάλυση της θερμοκρασίας και δράσεων για μηχανική ανάλυση σύμφωνα με το παρόν Μέρος και τα άλλα Μέρη του EN 1991.

5.8.6.γ. Φορτία κόπωσης

Ο έλεγχος κόπωσης πρέπει να διεξάγεται σε φορείς και μέλη φορέων που υπόκεινται τακτικά σε κύκλους φόρτισης. Επιπλέον τα φορτία κόπωσης λόγω ανέμου σε λυγηρά στοιχεία θα πρέπει να εξετάζονται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα

5.8.6.δ. Φορτία λόγω ωθήσεως γαιών ή υδροστατικών πιέσεων

(Δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία).

Οι χαρακτηριστικές τιμές των γεωτεχνικών παραμέτρων, των τάσεων του εδάφους και των ωθήσεων γαιών, καθώς και οι οριακές τιμές για τις μετακινήσεις των θεμελίων δίδονται από τον Ευρωκώδικα. Γενικά οι δράσεις που οφείλονται στο νερό, συμπεριλαμβανομένου του υπόγειου νερού, (Q_{wa}) πρέπει να απεικονίζονται ως στατικές πιέσεις ή/και υδροδυναμικές επιδράσεις, όποιο από τα δύο δίδει το δυσμενέστερο αποτέλεσμα

5.8.6.ε. Τυχηματικές Δράσεις

(Δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία)

Οι τυχηματικές δράσεις οφείλονται σε εκρήξεις, πρόσκρουση οχημάτων τρένων κ.λπ.)

5.8.6.στ. Δράσεις κατά την ανέγερση

(Δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία)

Τα κατασκευαστικά φορτία (Q_c) μπορεί να απεικονίζονται στις κατάλληλες καταστάσεις σχεδιασμού, ως μια και μοναδική μεταβλητή δράση ή, όπου απαιτείται, διαφορετικά είδη κατασκευαστικών φορτίων μπορούν να ομαδοποιούνται και να εφαρμόζονται ως μια και μοναδική μεταβλητή δράση. Το μεμονωμένο φορτίο ή/και η ομάδα των κατασκευαστικών φορτίων πρέπει να θεωρούνται κατάλληλα ότι δρουν ταυτόχρονα με τα μη-κατασκευαστικά φορτία.

- α. Προσωπικό και ατομικά εργαλεία
- β. Αποθήκευση κινητών αντικειμένων
- γ. Μη-μόνιμος εξοπλισμός
- δ. Κινητά βαρέα μηχανήματα και εξοπλισμός
- ε. Συσσώρευση υλικών προς απόρριψη
- στ. Φορτία από μέρη του φορέα σε

προσωρινές καταστάσεις.

5.8.7. Λοιπά Φορτία

5.8.7.(1).Δράσεις οδικής κυκλοφορίας και άλλες δράσεις ειδικά για τις οδογέφυρες.

α. Τα φορτία που οφείλονται στην οδική κυκλοφορία, τα οποία αποτελούνται από τα επιβατικά, τα φορτηγά και τα ειδικά οχήματα (π.χ. για βιομηχανικές μεταφορές) προκαλούν κατακόρυφες και οριζόντιες, στατικές και δυναμικές δυνάμεις.

β. Τα πραγματικά φορτία πάνω στις οδογέφυρες προέρχονται από διάφορες κατηγορίες οχημάτων και από πεζούς.

γ. Η κυκλοφορία των οχημάτων μπορεί να διαφέρει από γέφυρα σε γέφυρα ανάλογα με τη σύνθεσή της (π.χ. ποσοστό βαρέων οχημάτων), την πυκνότητά της (π.χ. μέσο ετήσιο πλήθος οχημάτων), τις συνθήκες της (π.χ. συχνότητα κυκλοφοριακής συμφόρησης), τα μέγιστα αναμενόμενα βάρη των

οχημάτων και τα συνολικά αξονικά φορτία τους και, όταν συντρέχει, την επιρροή της οδικής σήμανσης που περιορίζει τον κυκλοφοριακό φόρτο.

δ. Όπως προαναφέρθηκε τα φορτία που προκαλούνται από την οδική κυκλοφορία μπορεί να είναι κατακόρυφες και οριζόντιες στατικές και δυναμικές δυνάμεις.

5.8.7.(1).(α)Κατακόρυφα φορτία

Τα προσομοιώματα φόρτισης από κατακόρυφα φορτία απεικονίζουν τις ακόλουθες κυκλοφοριακές καταστάσεις:

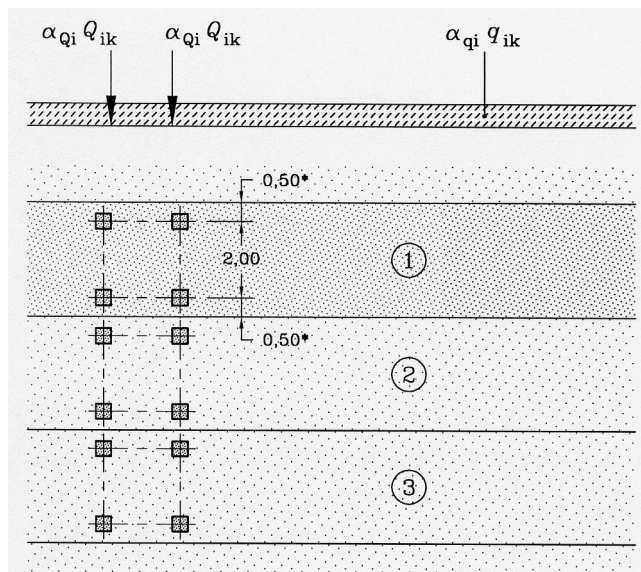
5.8.7.(1).(α).1/Πρότυπη Φόρτιση 1 (LM1)

Συγκεντρωμένα και ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία, τα οποία καλύπτουν την πλειονότητα των επιδράσεων από την κυκλοφορία βαρέων και επιβατικών οχημάτων. Αυτό το προσομοίωμα χρησιμοποιείται για γενικούς και τοπικούς ελέγχους.

Θέση	Σύστημα δίδυμου άξονα TS	Σύστημα UDL
	Αξονικά Φορτία Q_{ik} (kN)	q_{ik} (ή q_{ik}) (kN/m ²)
Λωρίδα 1	300	9
Λωρίδα 2	200	2,5
Λωρίδα 3	100	2,5
Λοιπές λωρίδες	0	2,5
Έναπομένουσα επιφάνεια (q_{rk})	0	2,5

Πίνακας 14 Χαρακτηριστικές Τιμές Πρότυπης Φόρτισης 1

Οι λεπτομέρειες της Πρότυπης Φόρτισης 1 απεικονίζονται στο Σχήμα 4.2α.



Όπου

(1) Λωρίδα 1 : $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$

(2) Λωρίδα 2 : $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

(3) Λωρίδα 3 : $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$

* Για $w_l = 3,00 \text{ m}$

5.8.7.(1).(α).2/Πρότυπη Φόρτιση 2 (LM2)

: Ένα φορτίο μεμονωμένου άξονα που ασκείται πάνω σε ειδικές επιφάνειες επαφής ελαστικών, το οποίο καλύπτει τις δυναμικές επιδράσεις της κανονικής κυκλοφορίας επάνω σε φέροντα στοιχεία μικρού ανοίγματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 1 Ως τάξη μεγέθους, το LM2 μπορεί να κυριαρχεί σε εύρος φορτιζόμενων μηκών από 3m έως 7m.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ 2 Η χρήση του LM2 μπορεί να καθοριστεί περαιτέρω στο Εθνικό Προσάρτημα.

5.8.7.(1).(α).3/ Πρότυπη Φόρτιση 3 (LM3)

Ένα σύνολο συνδεδεμένων αξονικών φορτίων που απεικονίζουν ειδικά οχήματα (π.χ. για βιομηχανικές μεταφορές), τα οποία μπορούν να κυκλοφορούν σε διαδρομές που επιτρέπουν τη διέλευση μη-κανονικών φορτίων. Προορίζεται για γενικούς και τοπικούς ελέγχους.

5.8.7.(1).(α).4/ Πρότυπη Φόρτιση 4 (LM4)

Φόρτιση ανθρωποσυνωστισμού, που προορίζεται αποκλειστικά για γενικούς ελέγχους.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Η φόρτιση ανθρωποσυνωστισμού είναι ιδιαίτερα κρίσιμη στην περίπτωση γεφυρών που βρίσκονται μέσα ή κοντά σε πόλεις, αν τα εντατικά μεγέθη στα οποία οδηγεί δεν καλύπτονται από την Πρότυπη Φόρτιση 1. Οι Πρότυπες Φορτίσεις 1, 2 και 3, όπου συντρέχει, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για οποιαδήποτε κατάσταση σχεδιασμού (π.χ. για παροδικές καταστάσεις κατά τη διάρκεια εργασιών επισκευής). Η Πρότυπη Φόρτιση 4 θα χρησιμοποιείται αποκλειστικά για μερικές παροδικές καταστάσεις σχεδιασμού.

5.8.7.(1).(β) Οριζόντια φορτία

5.8.7.(1).(β).1/ Δυνάμεις πέδησης και επιτάχυνσης

Μία δύναμη πέδησης, Q_{tk} , θα λαμβάνεται ως διαμήκης δύναμη ασκούμενη στο επίπεδο της επιφάνειας του οδοστρώματος.

5.8.7.(1)(β).2/ Φυγόκεντρες και άλλες εγκάρσιες δυνάμεις

Η φυγόκεντρος δύναμη Q_{tk} θα πρέπει να λαμβάνεται ως εγκάρσια δύναμη ασκούμενη στο επίπεδο του αποπερατωμένου οδοστρώματος και ακτινικά ως προς τον άξονα του οδοστρώματος.

Πίνακας

Χαρακτηριστικών τιμών των φυγόκεντρων δυνάμεων

$Q_{tk} = 0,2Q_v$ (kN)	αν $r < 200$ m
$Q_{tk} = 40Q_v / r$ (kN)	αν $200 \leq r \leq 1500$ m
$Q_{tk} = 0$	αν $r > 1500$ m

Πίνακας 15 Χαρακτηριστικές τιμές των φυγόκεντρων δυνάμεων

r είναι η οριζόντια ακτίνα του κεντρικού άξονα του οδοστρώματος. [m]

Q_v είναι το συνολικό μέγιστο βάρος των κατακόρυφων συγκεντρωμένων φορτίων των συστημάτων δίδυμου άξονα της Πρότυπης Φόρτισης 1, δηλ. $\sum_i \alpha_{Qi} (2Q_{ik})$

5.8.8. Ταυτόχρονες δράσεις

Η περίπτωση ταυτόχρονης δράσης των συστημάτων φόρτισης (Πρότυπη Φόρτιση 1), (Πρότυπη Φόρτιση 2), (Πρότυπη Φόρτιση 3), (Πρότυπη Φόρτιση 4), (οριζόντιες δυνάμεις) και των φορτίων για τα πεζοδρόμια θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, εξετάζοντας τις ομάδες των φορτίων που καθορίζονται στον παρακάτω. Καθεμία από αυτές τις ομάδες φορτίων, οι οποίες είναι αμοιβαία αποκλειόμενες, θα θεωρείται ότι προσδιορίζει μια χαρακτηριστική δράση που θα πρέπει να συνδυασθεί με φορτία μη οφειλόμενα στην κυκλοφορία.

		ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ				ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΑ ΚΑΙ ΠΟΔΗΛΑΤΟΔΡΟΜΟΙ		
Τύπος φόρτισης		Κατακόρυφες δυνάμεις				Οριζόντιες δυνάμεις		Μόνο κατακόρυφες δυνάμεις
Παραπομπή		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Σύστημα Φόρτισης		LM1 (TS και UDL συστήματα)	LM2 (Μονοαξονικό)	LM3 (Ειδικά Οχήματα)	LM4 (Ανθρωπο- συνωστισμός)	Δυνάμεις πέδησης και επιτάχυνσης	Δυνάμεις φυγόκεντρες και εγκάρσιες	Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο
Ομάδες Φορτίων	gr1a	Χαρακτηριστικές τιμές				^a	^a	Τιμή συνδυασμού ^b
	gr1b		Χαρακτηριστική τιμή					
	gr2	Συχνές τιμές ^b				Χαρακτηριστική τιμή	Χαρακτηριστική τιμή	
	gr3 ^d							Χαρακτηριστική τιμή ^c
	gr4				Χαρακτηριστική τιμή			Χαρακτηριστική τιμή ^b
	gr5	Βλέπε Παράρτημα A		Χαρακτηριστική τιμή				
		Επικρατούσα συνιστώσα δράση (οριζόμενη ως συνιστώσα που σχετίζεται με την ομάδα)						

^a Μπορεί να προσδιορίζεται στο Εθνικό Προσάρτημα.

^b Μπορεί να προσδιορίζεται στο Εθνικό Προσάρτημα. Η προτεινόμενη τιμή είναι 3 kN/m².

^c Μόνο ένα πεζοδρόμιο θα πρέπει να θεωρείται ότι είναι φορτιζόμενο όταν τα εντατικά μεγέθη είναι δυσμενέστερα από τα εντατικά μεγέθη για δύο φορτιζόμενα πεζοδρόμια.

^d Η ομάδα αυτή δεν έχει νόημα εάν λαμβάνεται υπόψη το gr4.

Πίνακας 16 Ομάδες Κυκλοφορίας Φόρτισης

5.8.9. Συνδυασμοί δράσεων

Διακρίνουμε τις παρακάτω βασικές φορτίσεις οι οποίες θα συνδυαστούν μεταξύ τους:

D μόνιμα φορτία

SD φορτία επικαλύψεων

Q μεταβλητές δράσεις

S φορτίο χιονιού

WP_0 πίεση ανέμου στη διεύθυνση x

WP_90 πίεση ανέμου στη διεύθυνση y

WP_180 αναρρόφηση ανέμου στη διεύθυνση -x

WP_270 αναρρόφηση ανέμου στη διεύθυνση -y

DT⁺ θερμοκρασιακή αύξηση

DT⁻ θερμοκρασιακή μείωση

E_x σεισμός στη διεύθυνση x (δυναμική φασματική μέθοδος)

E_y σεισμός στη διεύθυνση y (δυναμική φασματική μέθοδος)

E_z σεισμός στη διεύθυνση z (δυναμική φασματική μέθοδος)

Προκειμένου να ελεγχθεί η επάρκεια της γέφυρας στην οριακή κατάσταση αστοχίας χρησιμοποιούνται συνδυασμοί των δράσεων αυτών οι οποίοι καλύπτουν όλες τις καταστάσεις σχεδιασμού.

Συνδυασμοί φόρτισης

Loadcombinations

5.8.9.(α). Οριακή κατάσταση αστοχίας (ULS)

Ultimate limit state (ULS)

COMB1 $1.35(D+SD) + 1.50Q$

COMB2 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S$

COMB3 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_0$

COMB4 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_90$

COMB5 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_{180}$

COMB6 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_{270}$

COMB7 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90DT+$
COMB8 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90DT$
COMB9 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_0$
COMB10 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_90$
COMB11 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_180$
COMB12 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_270$
COMB13 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90DT$
COMB14 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_0 + 0.90DT+$
COMB15 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_0 + 0.90DT$
COMB16 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_90 + 0.90DT+$
COMB17 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_90 + 0.90DT$
COMB18 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_180 + 0.90DT+$
COMB19 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_180 + 0.90DT$
COMB20 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_270+ 0.90DT+$
COMB21 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_270+ 0.90DT$
COMB22 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_0 + 0.90DT$
COMB23 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_90 + 0.90DT$
COMB24 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_180 + 0.90DT$
COMB25 $1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_270+ 0.90DT$
COMB26 $1.35(D+SD) + 1.50S$
COMB27 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q$
COMB28 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_0$
COMB29 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_90$
COMB30 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_180$
COMB31 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_270$
COMB32 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90DT$
COMB33 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_0$
COMB34 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_90$
COMB35 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_180$
COMB36 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_270$
COMB37 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90DT$
COMB38 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_0 + 0.90DT$
COMB39 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_90 + 0.90DT$
COMB40 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_180 + 0.90DT$
COMB41 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_270+ 0.90DT$

COMB42 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_0 + 0.90DT$
COMB43 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_90 + 0.90DT$
COMB44 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_180 + 0.90DT$
COMB45 $1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90Q + 0.90WP_270 + 0.90DT$
COMB46 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0$
COMB47 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90Q$
COMB48 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.75S$
COMB49 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90DT +$
COMB50 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90DT$
COMB51 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90Q + 0.75S$
COMB52 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90Q + 0.90DT +$
COMB53 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90Q + 0.90DT$
COMB54 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.75S + 0.90DT$
COMB55 $1.35(D+SD) + 1.50WP_0 + 0.90Q + 0.75S + 0.90DT$
COMB56 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90$
COMB57 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90Q$
COMB58 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.75S$
COMB59 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90DT +$
COMB60 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90DT$
COMB61 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90Q + 0.75S$
COMB62 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90Q + 0.90DT +$
COMB63 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90Q + 0.90DT$
COMB64 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.75S + 0.90DT$
COMB65 $1.35(D+SD) + 1.50WP_90 + 0.90Q + 0.75S + 0.90DT$
COMB66 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180$
COMB67 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90Q$
COMB68 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.75S$
COMB69 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90DT +$
COMB70 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90DT$
COMB71 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90Q + 0.75S$
COMB72 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90Q + 0.90DT +$
COMB73 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90Q + 0.90DT$
COMB74 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.75S + 0.90DT$
COMB75 $1.35(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90Q + 0.75S + 0.90DT$
COMB66A $1.00(D+SD) + 1.50WP_180$

COMB69A 1.00(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90DT+
 COMB70A 1.00(D+SD) + 1.50WP_180 + 0.90DT
 COMB76 1.35(D+SD) + 1.50WP_270
 COMB77 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90Q
 COMB78 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.75S
 COMB79 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90DT+
 COMB80 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90DT
 COMB81 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90Q + 0.75S
 COMB82 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90Q + 0.90DT+
 COMB83 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90Q + 0.90DT
 COMB84 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.75S + 0.90DT
 COMB85 1.35(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90Q + 0.75S + 0.90DT
 COMB76A 1.00(D+SD) + 1.50WP_270
 COMB79A 1.00(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90DT+
 COMB80A 1.00(D+SD) + 1.50WP_270+ 0.90DT
 COMB86 1.35(D+SD) + 1.50DT+
 COMB87 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90Q
 COMB88 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90WP_0
 COMB89 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90WP_90
 COMB90 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90WP_180
 COMB91 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90WP_270
 COMB92 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90Q + 0.90WP_0
 COMB93 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90Q + 0.90WP_90
 COMB94 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90Q + 0.90WP_180
 COMB95 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90Q + 0.90WP_270
 COMB96 1.35(D+SD) + 1.50DT
 COMB97 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q
 COMB98 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.75S
 COMB99 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90WP_0
 COMB100 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90WP_90
 COMB101 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90WP_180
 COMB102 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90WXY
 COMB103 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.75S
 COMB104 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.90WP_0
 COMB105 1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.90WP_90

COMB106 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.90WP_{180}$
 COMB107 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.90WP_{270}$
 COMB108 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.75S + 0.90WP_0$
 COMB109 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.75S + 0.90WP_{90}$
 COMB110 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.75S + 0.90WP_{180}$
 COMB111 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.75S + 0.90WP_{270}$
 COMB112 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.75S + 0.90WP_0$
 COMB113 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.75S + 0.90WP_{90}$
 COMB114 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.75S + 0.90WP_{180}$
 COMB115 $1.35(D+SD) + 1.50DT- + 0.90Q + 0.75S + 0.90WP_{270}$

5.8.9.(β). Seismic state with response spectrum method

(σχόλιο: $\psi_{2, \text{snow}} = 0.3$ on υπέρ της ασφάλειας σύμφωνα και με τον ΕΑΚ2003)

(comment $\psi_{2, \text{snow}} = 0.3$ on safe side according Greek seismic code 2003)

F1 $(G+SD) + 0.6Q + 0.3S + EX + 0.3EY + 0.3EZ$
 F2 $(G+SD) + 0.6Q + 0.3S + 0.3EX + EY + 0.3EZ$
 F3 $(G+SD) + 0.6Q + 0.3S + 0.3EX + 0.3EY + EZ$

5.8.9.(γ). Οριακή κατάσταση λειτουργικότητας

Service ability limit state

L1 $(G+SD) + Q$
 L2 $(G+SD) + Q + 0.5S$
 L3 $(G+SD) + Q + 0.6WP_0$
 L4 $(G+SD) + Q + 0.6WP_{90}$
 L5 $(G+SD) + Q + 0.6WP_{180}$
 L6 $(G+SD) + Q + 0.6WP_{270}$
 L7 $(G+SD) + Q + 0.6DT+$
 L8 $(G+SD) + Q + 0.6DTL9$
 L9 $(G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_0$

L10 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_90
L11 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_180
L12 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_270
L13 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6DTL14
(G+SD) + Q + 0.6WP_0 + 0.6DT+
L15 (G+SD) + Q + 0.6WP_0 + 0.6DTL16
(G+SD) + Q + 0.6WP_90 + 0.6DT+
L17 (G+SD) + Q + 0.6WP_90 + 0.6DTL18
(G+SD) + Q + 0.6WP_180 + 0.6DT+
L19 (G+SD) + Q + 0.6WP_180 + 0.6DT
L20 (G+SD) + Q + 0.6WP_270+ 0.6DT+
L21 (G+SD) + Q + 0.6WP_270+ 0.6DT
L22 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_0 + 0.6DT
L23 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_90 + 0.6D
TL24 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_180 + 0.6DT
L25 (G+SD) + Q + 0.5S + 0.6WP_270+ 0.6DT
L26 (G+SD) + S
L27 (G+SD) + S + 0.7Q
L28 (G+SD) + S + 0.6WP_0
L29 (G+SD) + S + 0.6WP_90
L30 (G+SD) + S + 0.6WP_180
L31 (G+SD) + S + 0.6WP_270
L32 (G+SD) + S + 0.6DTL33
(G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_0
L34 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_90
L35 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_180
L36 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_270
L37 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6DT
L38 (G+SD) + S + 0.6WP_0 + 0.6DT
L39 (G+SD) + S + 0.6WP_90 + 0.6DT
L40 (G+SD) + S + 0.6WP_180 + 0.6DT
L41 (G+SD) + S + 0.6WP_270+ 0.6DT
L42 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_0 + 0.6DT
L43 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_90 + 0.6DT
L44 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_180 + 0.6DT

L45 (G+SD) + S + 0.7Q + 0.6WP_270+ 0.6DT
L46 (G+SD) + WP_0
L47 (G+SD) + WP_0 + 0.7Q
L48 (G+SD) + WP_0 + 0.5S
L49 (G+SD) + WP_0 + 0.6DT+
L50 (G+SD) + WP_0 + 0.6DTL51
(G+SD) + WP_0 + 0.7Q + 0.5S
L52 (G+SD) + WP_0 + 0.7Q + 0.6DT+
L53 (G+SD) + WP_0 + 0.7Q + 0.6DT
L54 (G+SD) + WP_0 + 0.5S + 0.6DT
L55 (G+SD) + WP_0 + 0.7Q + 0.5S + 0.6DT
L56 (G+SD) + WP_90
L57 (G+SD) + WP_90 + 0.7Q
L58 (G+SD) + WP_90 + 0.5S
L59 (G+SD) + WP_90 + 0.6DT+
L60 (G+SD) + WP_90 + 0.6DT
L61 (G+SD) + WP_90 + 0.7Q + 0.5S
L62 (G+SD) + WP_90 + 0.7Q + 0.6DT+
L63 (G+SD) + WP_90 + 0.7Q + 0.6DT
L64 (G+SD) + WP_90 + 0.5S + 0.6DT
L65 (G+SD) + WP_90 + 0.7Q + 0.5S + 0.6DT
L66 (G+SD) + WP_180
L67 (G+SD) + WP_180 + 0.7Q
L68 (G+SD) + WP_180 + 0.5S
L69 (G+SD) + WP_180 + 0.6DT+
L70 (G+SD) + WP_180 + 0.6DT
L71 (G+SD) + WP_180 + 0.7Q + 0.5S
L72 (G+SD) + WP_180 + 0.7Q + 0.6DT+
L73 (G+SD) + WP_180 + 0.7Q + 0.6DT
L74 (G+SD) + WP_180 + 0.5S + 0.6DT
L75 (G+SD) + WP_180 + 0.7Q + 0.5S + 0.6DT
L76 (G+SD) + WP_270
L77 (G+SD) + WP_270+ 0.7Q
L78 (G+SD) + WP_270+ 0.5S
L79 (G+SD) + WP_270+ 0.6DT+

L80 (G+SD) + WP_270+ 0.6DT
L81 (G+SD) + WP_270+ 0.7Q + 0.5S
L82 (G+SD) + WP_270+ 0.7Q + 0.6DT+
L83 (G+SD) + WP_270+ 0.7Q + 0.6DT
L84 (G+SD) + WP_270+ 0.5S + 0.6DT
L85 (G+SD) + WP_270+ 0.7Q + 0.5S + 0.6DT
L86 (G+SD) + DT+
L87 (G+SD) + DT+ + 0.7Q
L88 (G+SD) + DT+ + 0.6WP_0
L89 (G+SD) + DT+ + 0.6WP_90
L90 (G+SD) + DT+ + 0.6WP_180
L91 (G+SD) + DT+ + 0.6WP_270
L92 (G+SD) + DT+ + 0.7Q + 0.6WP_0
L93 (G+SD) + DT+ + 0.7Q + 0.6WP_90
L94 (G+SD) + DT+ + 0.7Q + 0.6WP_180
L95 (G+SD) + DT+ + 0.7Q + 0.6WY
L96 (G+SD) + DT
L97 (G+SD) + DT- + 0.7Q
L98 (G+SD) + DT- + 0.5S
L99 (G+SD) + DT- + 0.6WP_0
L100 (G+SD) + DT- + 0.6WP_90
L101 (G+SD) + DT- + 0.6WP_180
L102 (G+SD) + DT- + 0.6WP_270
L103 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.5S
L104 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.6WP_0
L105 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.6WP_90
L106 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.6WP_180
L107 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.6WP_270
L108 (G+SD) + DT- + 0.5S + 0.6WP_0
L109 (G+SD) + DT- + 0.5S + 0.6WP_90
L110 (G+SD) + DT- + 0.5S + 0.6WP_180
L111 (G+SD) + DT- + 0.5S + 0.6WP_270
L112 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.5S + 0.6WP_0
L113 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.5S + 0.6WP_90
L114 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.5S + 0.6WP_180

L115 (G+SD) + DT- + 0.7Q + 0.5S + 0.6WP_270

Οι συνδυασμοί φόρτισης που πραγματοποιήθηκαν ελέγχουν ταυτόχρονα τόσο την λειτουργικότητα όσο και την κατάσταση αστοχίας σε σχέση με τα καθοριζόμενα βάρη οχημάτων και κίνησης επί του φορέα τα οποία φαίνονται παρακάτω:

- (1) βάρους 12tn
- (2) βάρους 20tn
- (3) βάρους 25tn
- (4) βάρους 30tn
- (5) βάρους 35tn
- (6) βάρους 40tn
- (7) βάρους 45tn
- (8) βάρους 50tn
- (9) βάρους 60tn

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Αποτελέσματα Αναλύσεων με λογισμικό Sap 2000

Στο παρόν κεφάλαιο εμφανίζονται οι αναλύσεις και τα αποτελέσματα τους, που πραγματοποιήθηκαν στο φορέα υπό την επίδραση των συνδυασμού δράσεων που αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για κάθε έναν από τους φορείς έγιναν μετρήσεις των μετακινήσεων στις θέσεις L/4 και L/2 και υπολογισμοί των εντατικών μεγεθών στα κρίσιμα σημεία.

6.1 Αμφιέριστος Φορέας

6.2 Βέλος Κάμψης

Αρχικά εξήχθησαν από το λογισμικό SAP2000, τα μέγιστα βέλη κάμψης όπως αυτά προκύπτουν από τα μεμονωμένα φορτία και φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Α/Α	ΕΙΔΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΒΕΛΟΣ ΚΑΜΨΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ
1	DEAD	-31,008269 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1175)
2	SUPER DEAD	-36,695336 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1175)
	MODAL	-7,27184	ΜΗΚΙΔΑ (1520)
3	VEXICLES	-81,92224 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1867)
4	WIND_0_PX	-13,118338 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1175)
	WIND_90_PX	-0,692074 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1175)
	WIND_180_PX	-0,076181 mm	ΑΝΤΙΑΝΕΜΙΑ (10658)
	WIND_270_PX	-0,00398 mm	ΑΝΤΙΑΝΕΜΙΑ (10658)
	SNOW	-22,212904 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1174)
	COMB (22)	-183,185856 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1162)
	L (22)	-176,005053 mm	ΜΗΚΙΔΑ (1867)

Πίνακας 17 Τιμές Βέλους κάμψης

Από την μελέτη των παραπάνω αποτελεσμάτων εξάγεται το συμπέρασμα ότι το μέγιστο βέλος κάμψης προκαλείται από το συνδυασμό φόρτισης COMB 22 ,ενώ η διατομή που καταπονείται είναι η μηκίδα.

6.3 Ιδιοχαρακτηριστικά φορέα

Τα ιδιοχαρακτηριστικά του φορέα που προέκυψαν από την ανάλυση μέσω του λογισμικού δίνονται στο παρακάτω πίνακα.

1	TABLE: Modal Periods And Frequencies						
2	OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
3	Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
4	MODAL	Mode	1	0,479782	2,084281292	13,09592559	171,5032671
5	MODAL	Mode	2	0,479645	2,084876386	13,09966468	171,6012146
6	MODAL	Mode	3	0,428521	2,333609416	14,66250039	214,9889178
7	MODAL	Mode	4	0,428326	2,334669702	14,66916237	215,1843245
8	MODAL	Mode	5	0,338436	2,954770809	18,56537253	344,6730572
9	MODAL	Mode	6	0,338426	2,95485836	18,56592263	344,6934831
10	MODAL	Mode	7	0,333176	3,001421105	18,85848499	355,642456
11	MODAL	Mode	8	0,332963	3,003340735	18,87054638	356,0975207
12	MODAL	Mode	9	0,266845	3,747498901	23,54623003	554,4249487
13	MODAL	Mode	10	0,266759	3,748705712	23,55381265	554,7820903
14	MODAL	Mode	11	0,256236	3,902646065	24,52104841	601,2818153
15	MODAL	Mode	12	0,256006	3,906155384	24,54309811	602,363665
16	MODAL	Mode	13	0.240213	4.162978473	26.15676517	684.1763643

Πίνακας 18 Ιδιοχαρακτηριστικά Φορέα

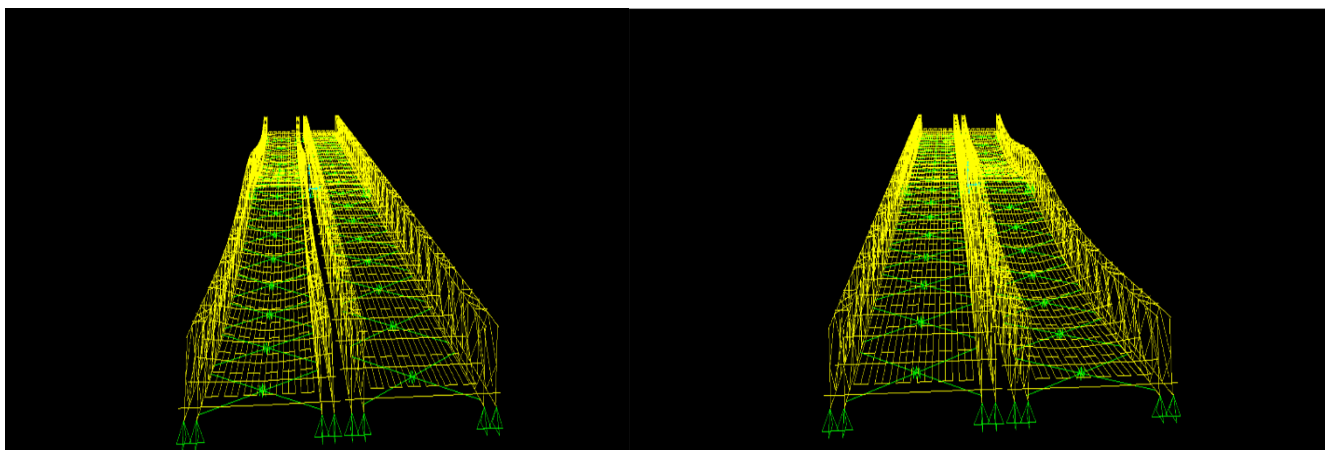
Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα η ιδιοπερίοδος T του φορέα αρχής γενομένης από την πρώτη βγαίνει μειούμενη, ενώ η συχνότητα f και η γωνιακή συχνότητα ω αυξάνονται, γεγονός το οποίο είναι λογικό καθώς είναι τα μεγέθη είναι αντιστρόφως ανάλογα.

$$f = \frac{1}{T}$$

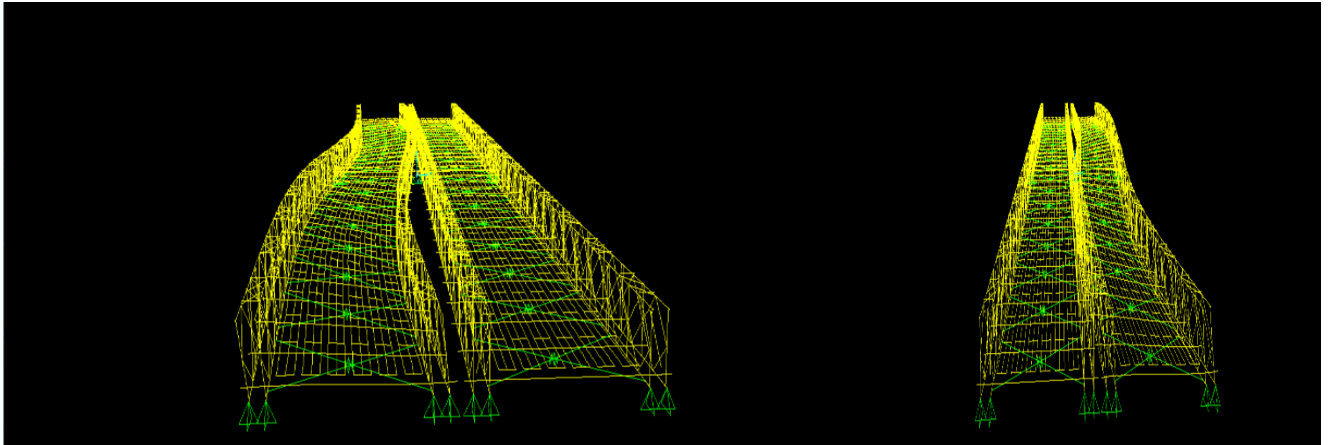
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

6.3.1 Ιδιομορφές

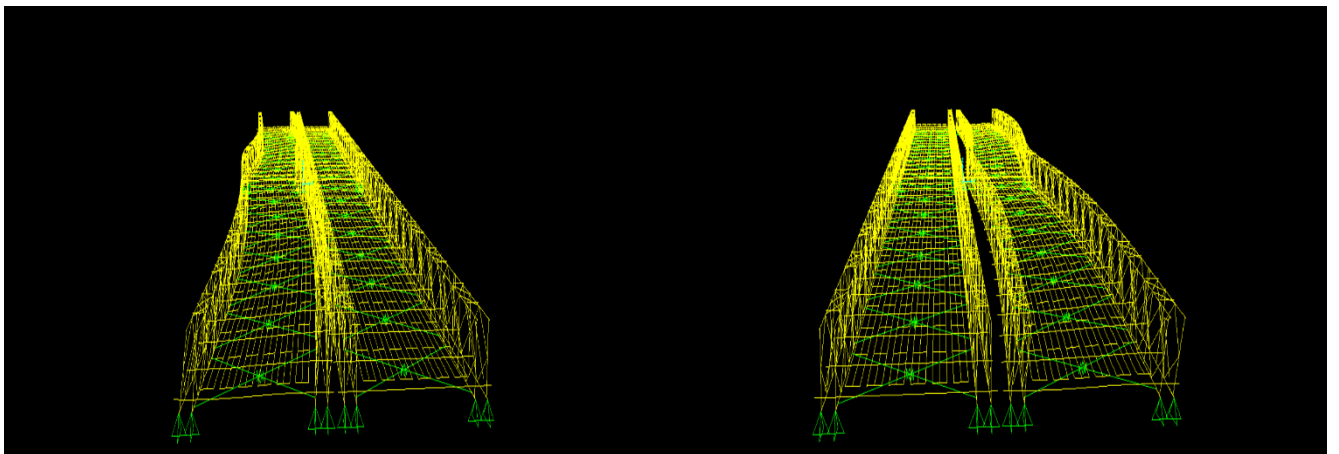
Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται οι 6 πρώτες ιδιομορφές του φορέα.



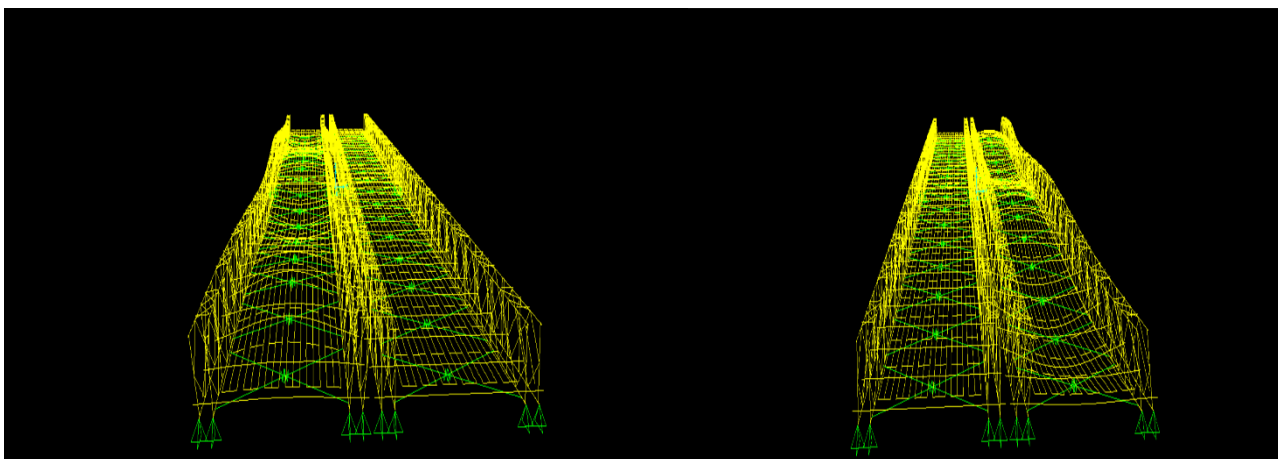
Εικόνα 36 1η Ιδιομορφή



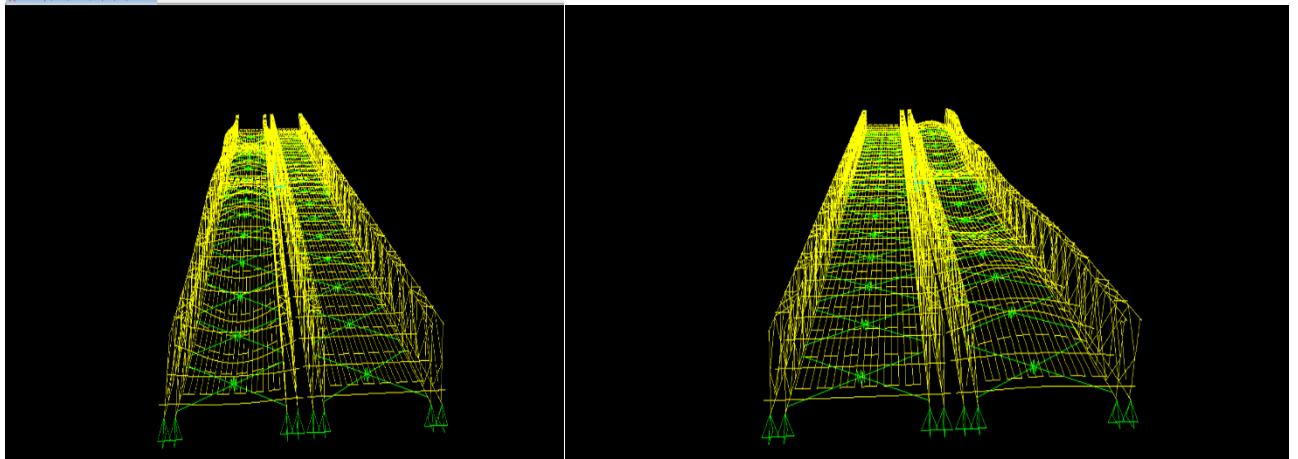
Εικόνα 37 2η Ιδιομορφή



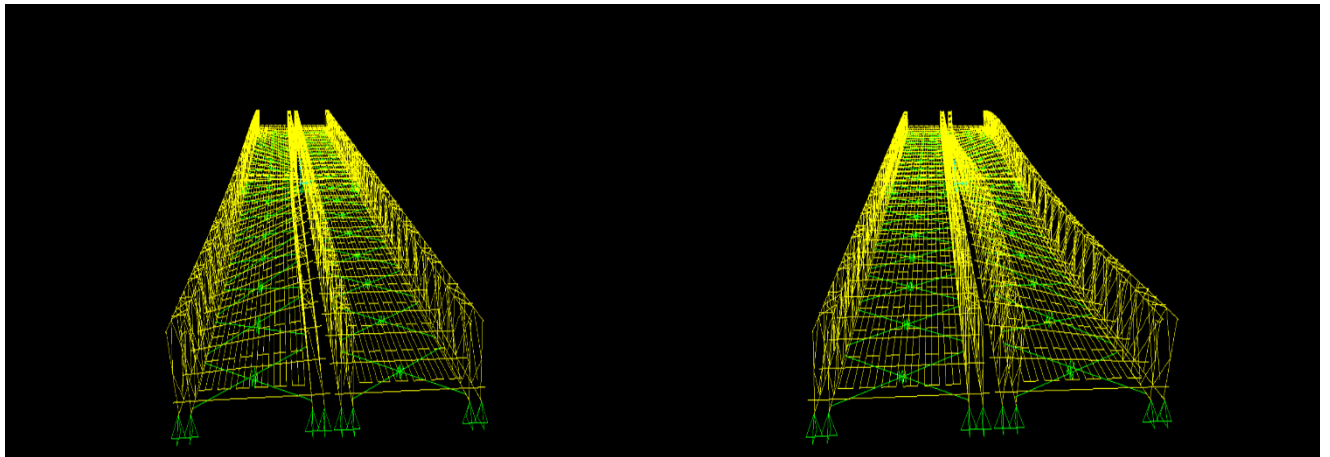
Εικόνα 38 3η Ιδιομορφή



Εικόνα 39 4η Ιδιομορφή



Εικόνα 40 5η Ιδιομορφή

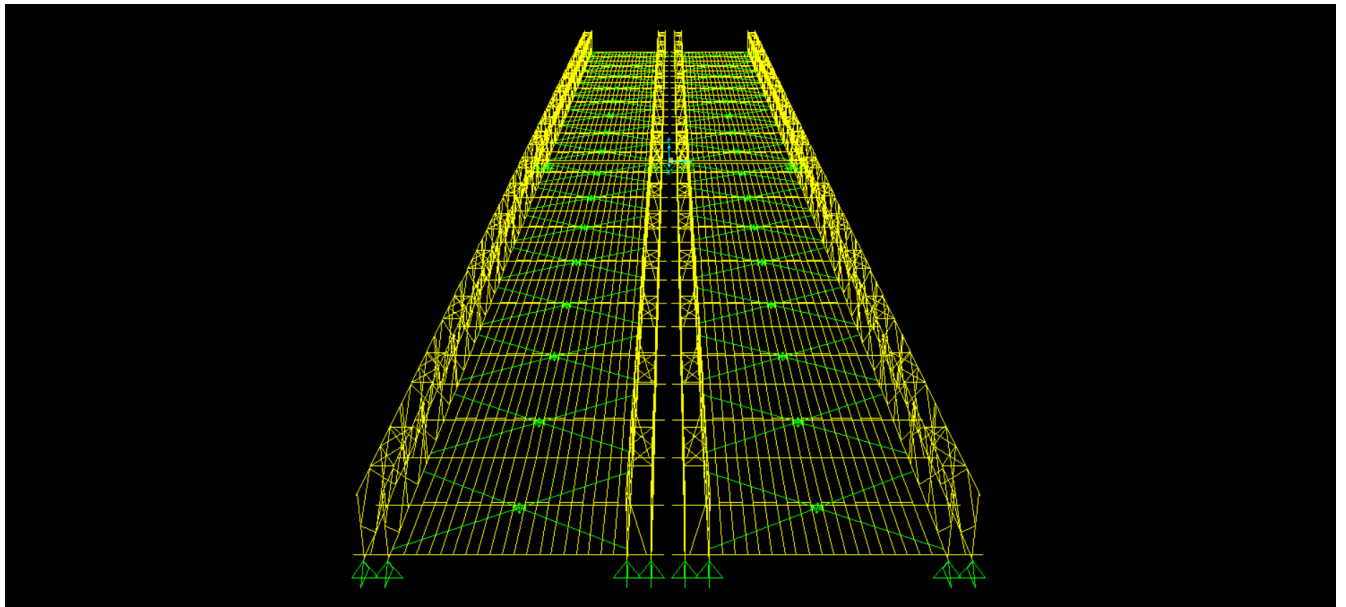


Εικόνα 41 6η Ιδιομορφή

Από την παρατήρηση των ιδιομορφών συμπεραίνουμε ότι η πρώτη ιδιομορφή είναι καμπική ενώ οι υπόλοιπες πέντε ιδιομορφές είναι συνδυασμός κάμψης και πλάγιας μετατόπισης του φορέα.

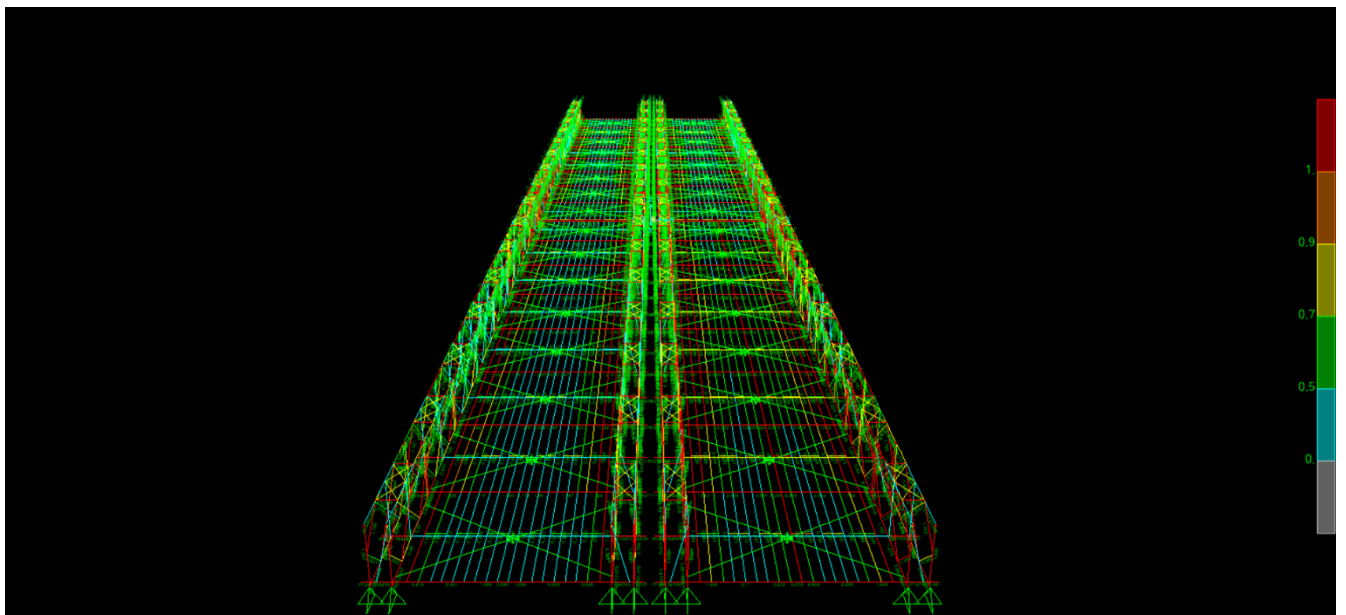
6.2 Έλεγχος γέφυρας και διατομών της με το πρόγραμμα SAP2000

Όπως προαναφέρθηκε ο έλεγχος της κατασκευής και κατ' επέκταση των διατομών της, πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος SAP2000. Η αφόρτιστη κατάσταση της γέφυρας φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 42 Αφόρτιστη κατάσταση γέφυρας

Η φορτισμένη κατάσταση της γέφυρας και τα αποτελέσματα της εν λόγω ανάλυσης φαίνονται παρακάτω:



Εικόνα 43 Φορτισμένη κατάσταση γέφυρας

Από τη μελέτη της φορτισμένης κατάστασης της γέφυρας προκύπτει ότι με την εφαρμογή των συνδυασμών των φορτίων που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο 5 αστοχούν ορισμένα από τα μέλη - διατομές της γέφυρας.

Τα κυριότερα μέλη της γέφυρα τα οποία αστοχούν είναι τα παρακάτω:

- α. Μηκίδες
- β. Διαδοκίδες
- γ. Πέλματα πλαισίων
- δ. Ορθοστάτες – Διαγώνιοι πλαισίων



Εικόνα 44: Κατάρρευση γέφυρας στη Κόστα Ρίκα το 2012 Εικόνα 45: Κατάρρευση γέφυρας στην Ινδία

Η αστοχία των υπόψη διατομών οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εμφάνιση φαινομένων κάμψης και αξονικών δυνάμεων, στρεπτοκαμπτικού και καμπτικού λυγισμού, όπως αναλυτικά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΥ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΠΟΥ ΑΣΤΟΧΕΙ Η ΔΙΑΤΟΜΗ	ΑΙΤΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ
ΜΗΚΙΔΑ	COMP 16 1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_90 + 0.90DT+	Στρεπτικός λυγισμός $\frac{N_{Ed}}{N_{C,Rd}} < 1,0$
ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ	COMP 92 1.35(D+SD) + 1.50DT+ + 0.90Q + 0.90WP_0	Στρεμπτοκαμπτικός λυγισμός μελών σταθερής διατομής υπό θλίψη και κάμψη $\frac{N_{Ed}}{\frac{x_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$
ΠΕΛΜΑΤΑ ΠΛΑΙΣΙΩΝ	COMP 22 1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.75S + 0.90WP_0 + 0.90DT	Κάμψη και αξονική δύναμη $\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$
ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣ-ΔΙΑΓΩΝΙΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ	COMP 28 1.35(D+SD) + 1.50S + 0.90WP_0	$N_{ed} > N_{CR,ZZ} (2,557)$ Στρεμπτοκαμπτικός λυγισμός μελών σταθερής διατομής υπό θλίψη και κάμψη

Πίνακας 19 Διατομές γέφυρας ΜΠΕΛΛΕΥ που αστοχούν

6.2.1. Ανάλυση αποτελεσμάτων

6.2.1.(α) Μηκίδες

```

Units : KN, mm, C
Units KN, mm, C

Frame : 1601      X Mid: 10510,970  Combo: COMB16      Design Type: Beam
Length: 3048,000 Y Mid: 3145,220  Shape: MIKIDA       Frame Type: DCM-MRF
Loc   : 1524,000 Z Mid: 0,000      Class: Class 3      Rolled : No

Country=CEN Default      Combination=Eq. 6.10      Reliability=Class 1
Interaction=Method 2 (Annex B)  MultiResponse=Envelopes  P-Delta Done? Yes
Consider Torsion? No

GammaM0=1,00      GammaM1=1,00      GammaM2=1,25
An/Ag=1,00      RLLF=1,000      PLLF=0,750      D/C Lim=1,000

Aeff=4032,000      eNy=0,000      eNz=0,000
A=4032,000      Iyy=6657984,000      iyy=40,636      Wel,yy=130548,706      Weff,yy=130548,706
It=49833,017      Izz=155735949,0      izz=196,532      Wel,zz=569418,461      Weff,zz=569418,461
Iw=0,000      Iyz=0,000      h=102,000      Wpl,yy=152226,000      Av,y=4032,000
E=206,843      fy=0,344      fu=0,410      Wpl,zz=659397,000      Av,z=1800,549

Iyz=0,000      Imax=155735949,0      imax=196,532      Wel,zz,maj=569418,461
Rot= 90 deg      Imin=6657984,0      imin=40,636      Wel,zz,min=130548,706

DESIGN MESSAGES
Error: Section overstressed
Warning: Ned > Ncr,T or Ned > Ncr,TF -- k factors can not be calculated (EC3 Table A.1, B.1, sec 6.3.3
(4))

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS
Location      Ned      Med,yy      Med,zz      Ved,z      Ved,y      Ted
1524,000      -382,611  148377,509  -33943,382  168,911    38,545    259,981

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.1.1(1)-6.46)
D/C Ratio:    4,400 = 4,400 > 1,000 Overstress
              = (NEd/Nb,Rd)      (EC3 6.3.1.1(1)-6.46)

AXIAL FORCE DESIGN
      Ned      Nc,Rd      Nt,Rd
      Force  Capacity  Capacity
Axial  -382,611  1387,008  1190,246

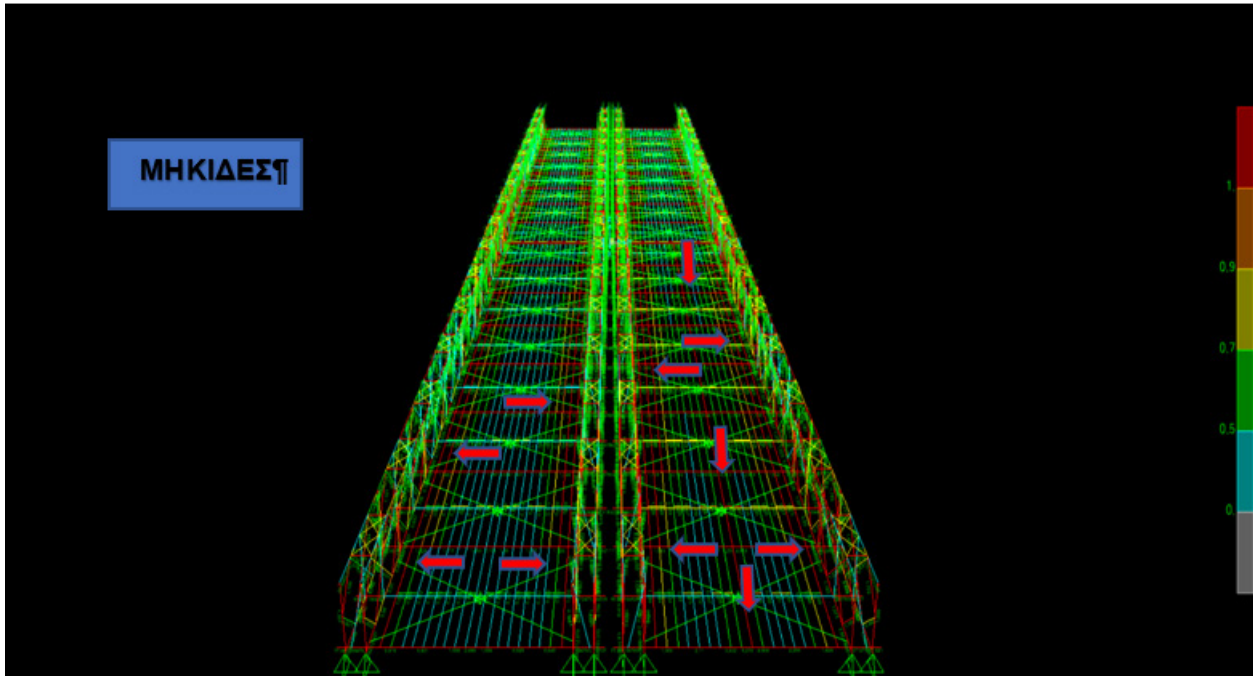
      Npl,Rd      Nu,Rd      Ncr,T      Ncr,TF      An/Ag
      1387,008    1190,246    98,432     98,432     1,000

      Curve  Alpha      Ncr      LambdaBar      Phi      Chi      Nb,Rd
      .....  .....  .....  .....  .....  .....  .....

```

Εικόνα 46 Αποτέλεσμα ανάλυσης μηκίδας

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των μηκίδων προκύπτει ότι αυτές στοχεύουν στις αμφότερες πλευρές της γέφυρας και σε αναλογία με τον κεντρικό άξονά της. Επιπλέον στοχεύει και η κεντρική μηκίδα σε όλο το μήκος του καταστρώματος της γέφυρας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 47 Αστοχία μηκίδων

Η εν λόγω αστοχία οφείλεται στην εμφάνιση του φαινομένου του καμπτικού λυγισμού λόγω αξονικής θλιπτικής δύναμης. Όπως είναι γνωστό η επάρκεια ενός θλιβόμενου μέλους με σταθερή διατομή έναντι καμπτικού λυγισμού ελέγχεται με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}} < 1,0$$

Όπου:

N_{Ed} η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής δύναμης

$N_{cr,T}$ Το ελαστικό κρίσιμο φορτίο στρεπτικού λυγισμού για μία θλιβόμενη ράβδο

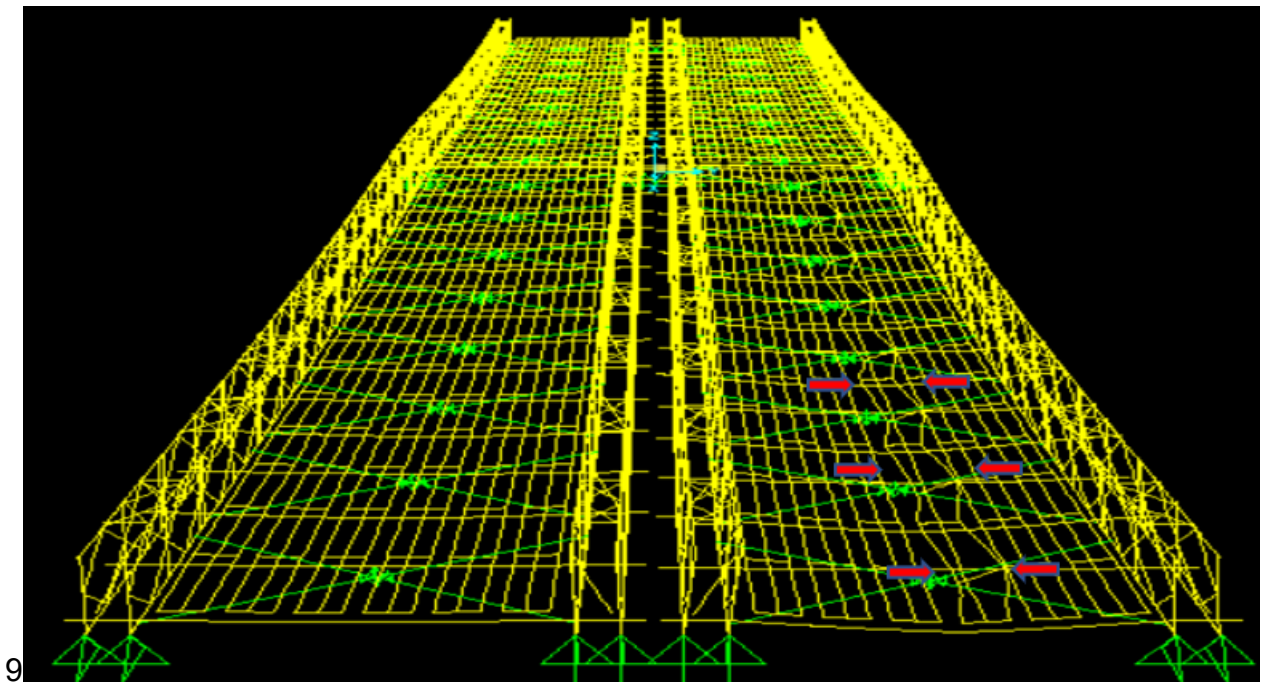
$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_M^2} * G * I_t * \frac{\pi^2 * E * I}{L_T^2}$$

Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SAP2000 προέκυψε ότι:

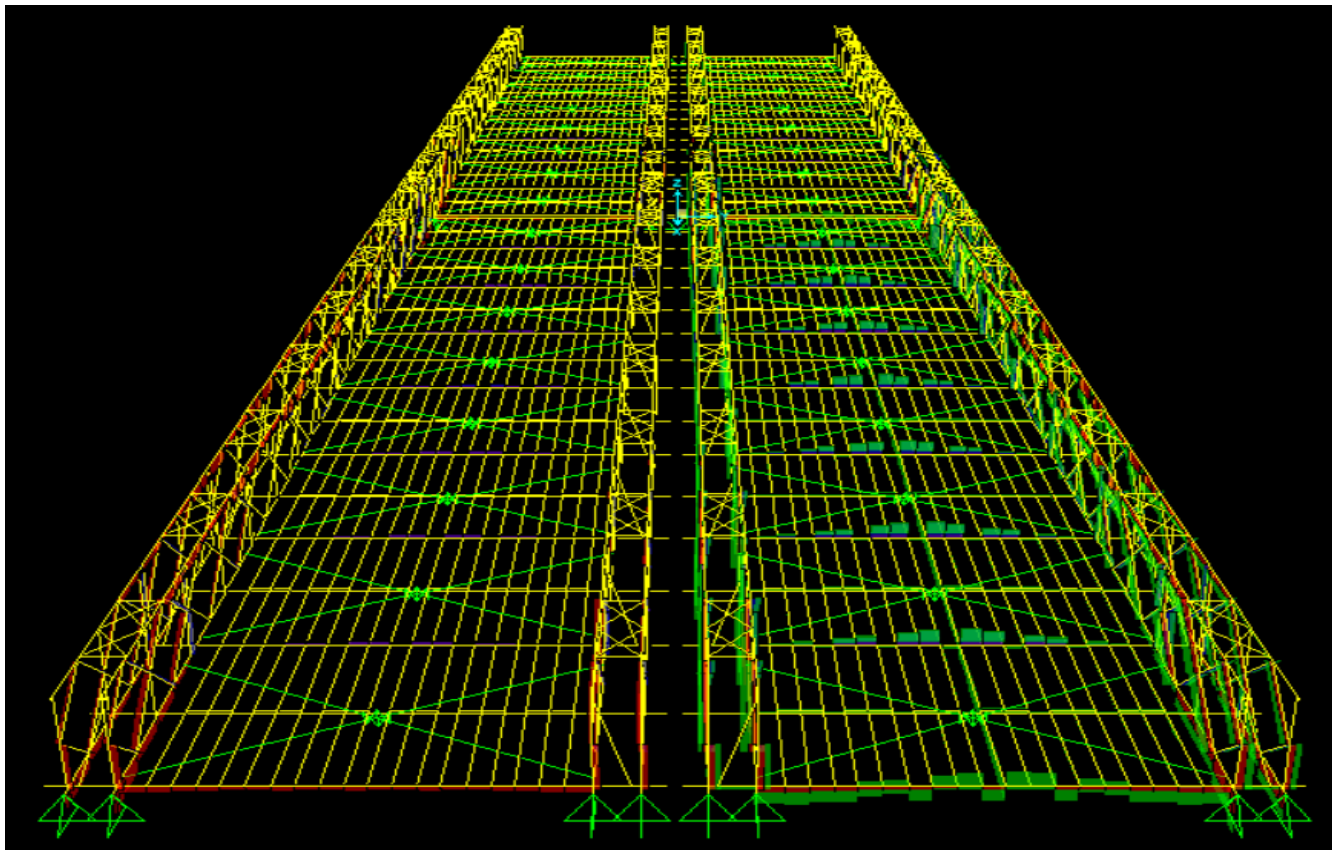
$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}} = 4,400 > 1$$

γεγονός που έχει ως συνέπεια την αστοχία της διατομής.

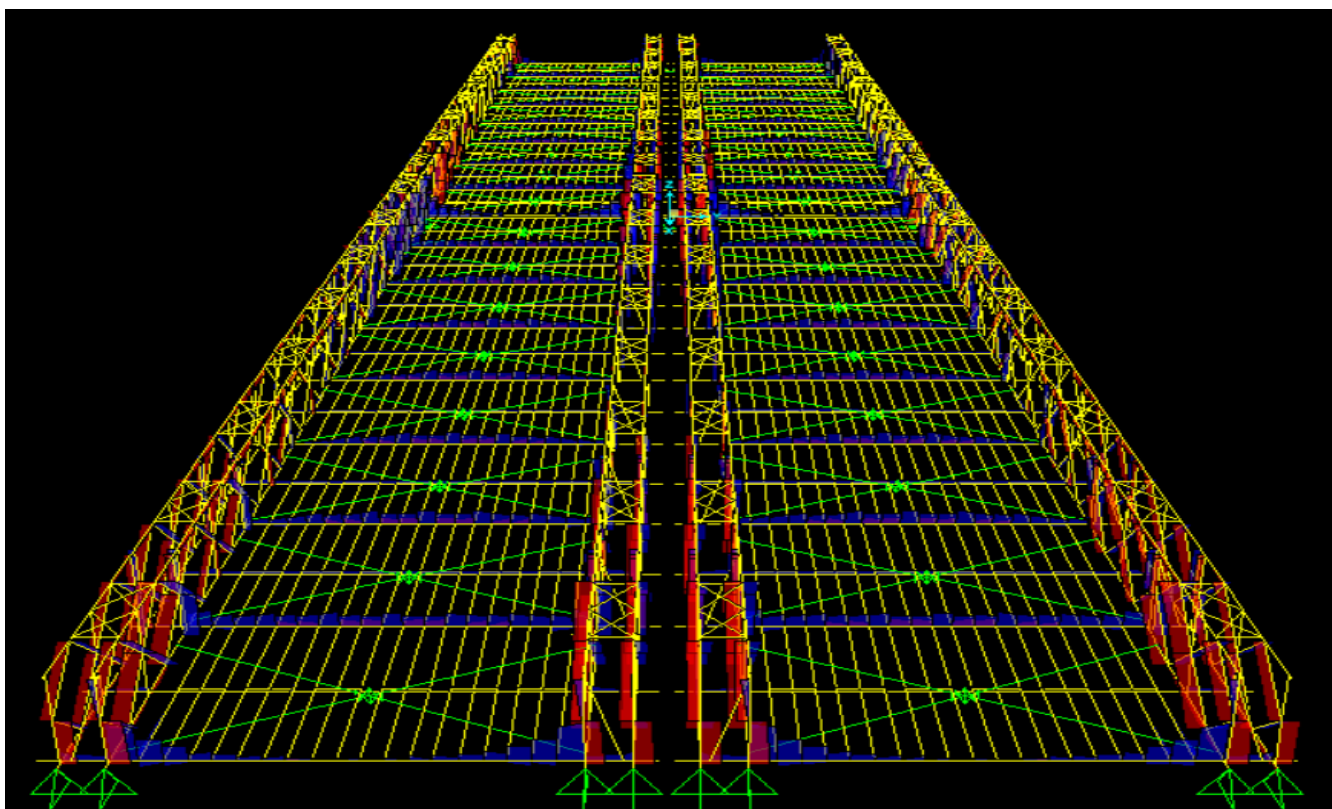
Η παραμόρφωση που προκαλείται στη γέφυρα και συνεπώς στις μηκίδες λόγω του συνδυασμού φόρτισης COMP 16 (1.35(D+SD) + 1.50Q + 0.90WP_90 + 0.90DT+) στον οποίο οφείλεται και η αστοχία των μηκίδων φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 48 Παραμόρφωση γέφυρας - μηκίδων λόγω συνδυασμού COMP16



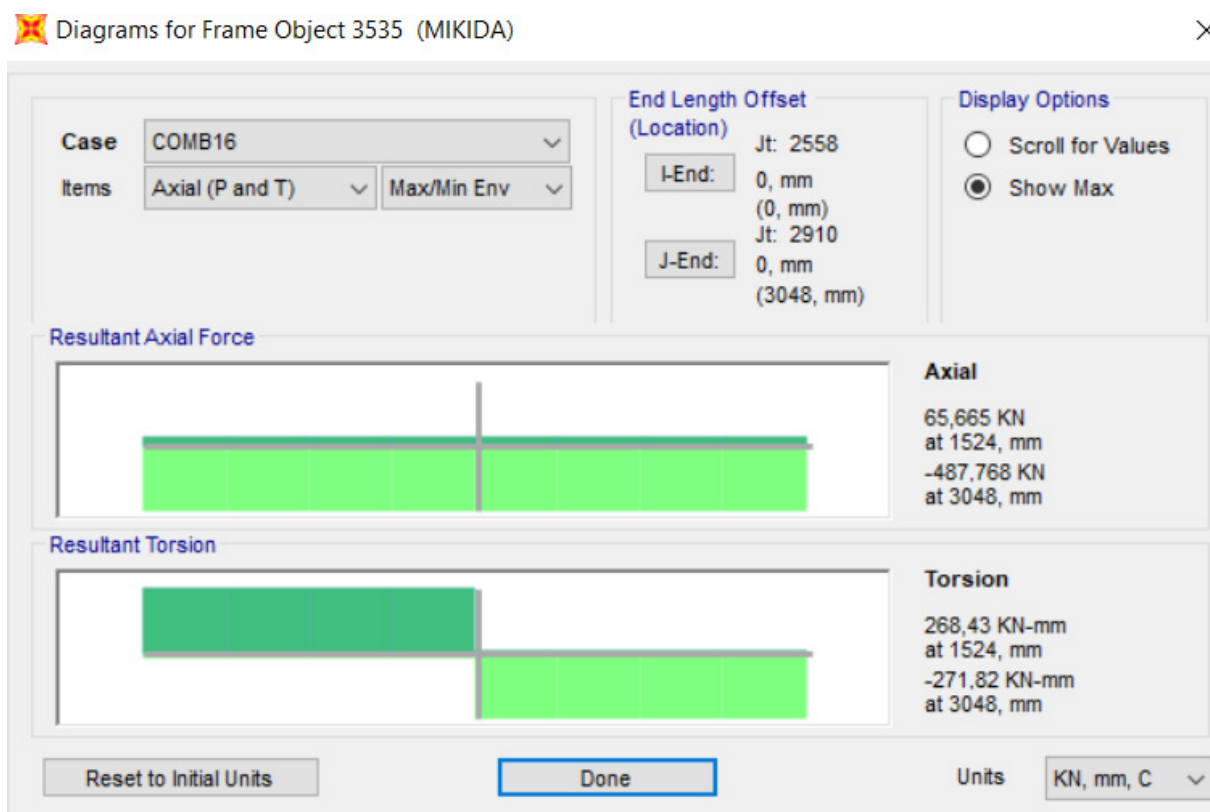
Εικόνα 49 Κατανομή αξονικών δυνάμεων συνδυασμού φόρτισης COMB 16 αστοχίας μηκίδας



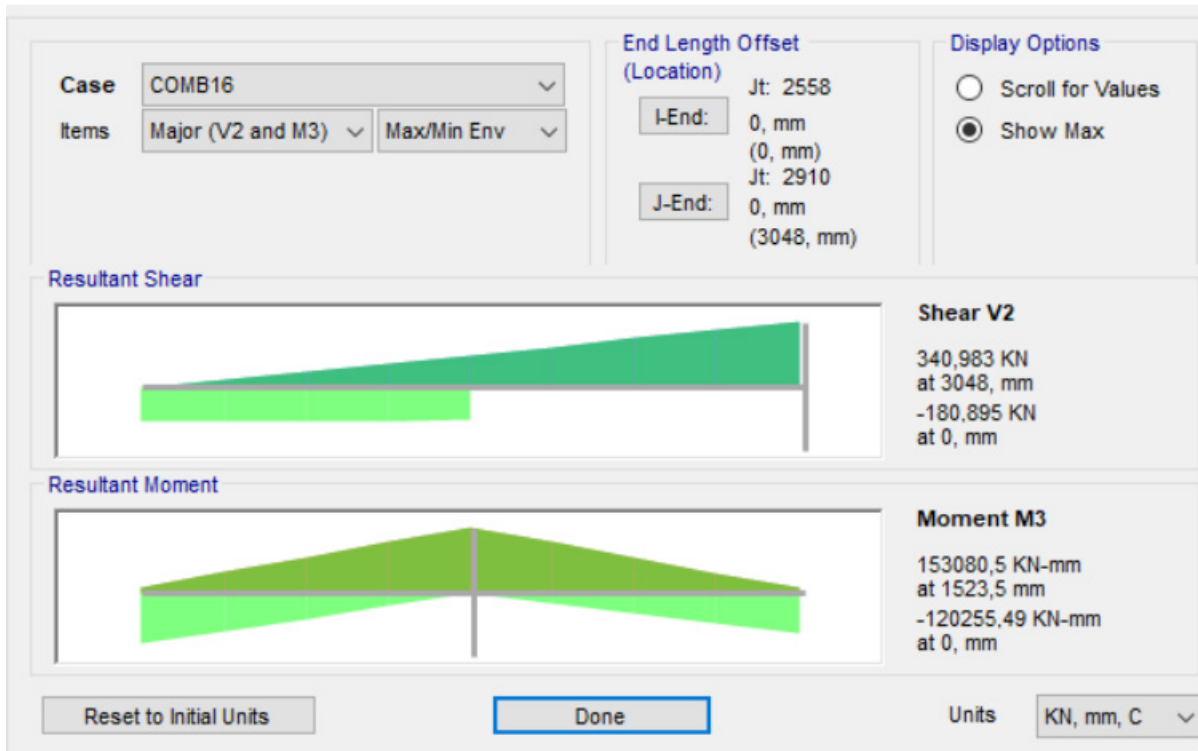
Εικόνα 50 Κατανομή τάσεων συνδυασμού φόρτισης COMB 16 αστοχίας μηκίδας

6.2.1.α.(1) Διαγράμματα -Πίνακες εντατικών μεγεθών μηκίδας

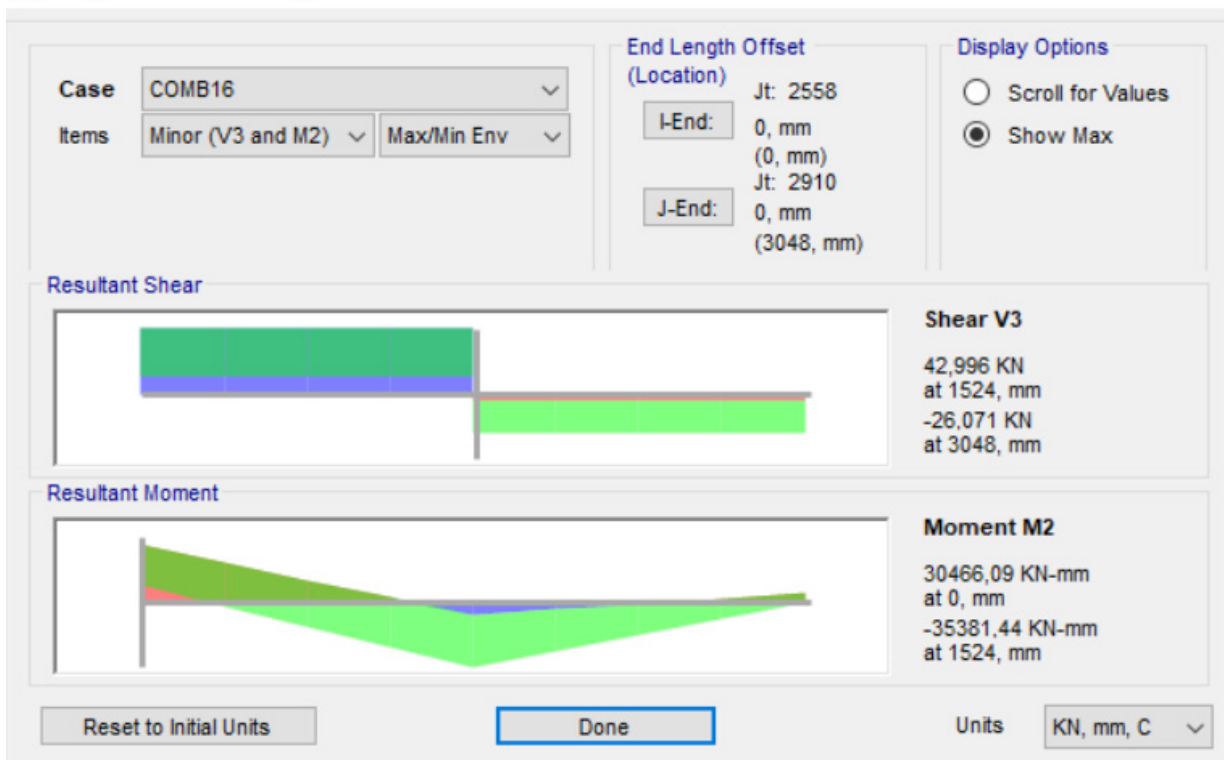
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών στη μηκίδα φαίνονται παρακάτω:



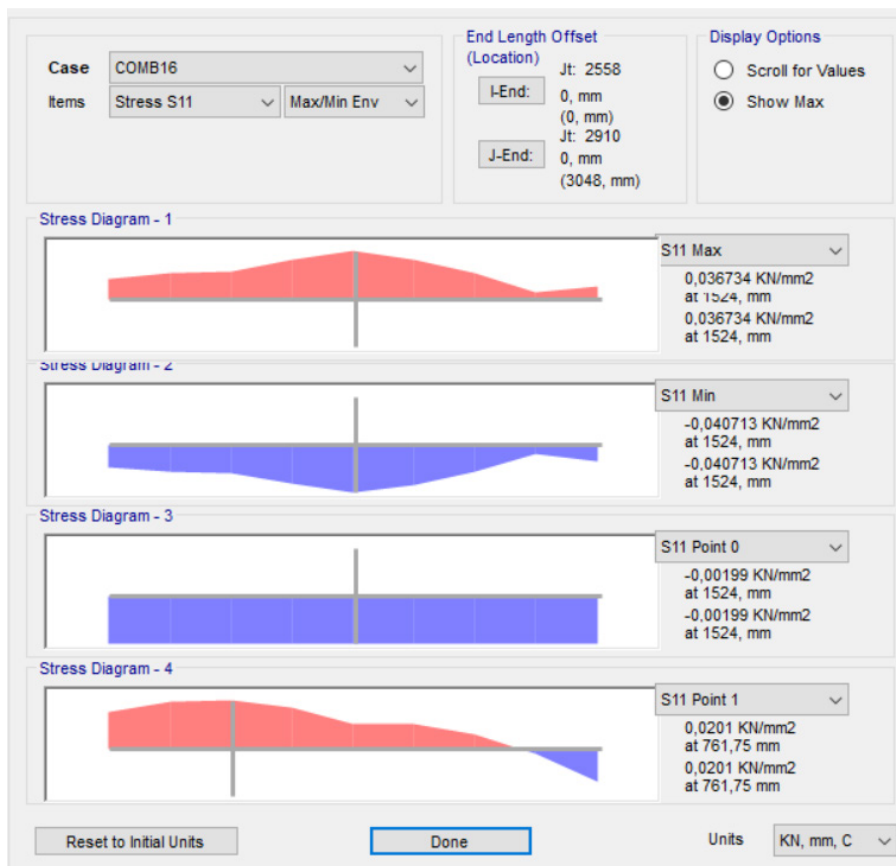
Εικόνα 51 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης μηκίδας



Εικόνα 52 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα μηκίδας



Εικόνα 53 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα μηκίδας



Εικόνα 54 Διάγραμμα τάσεων μηκίδας

Στη συνέχεια παρατίθενται πίνακες με τα μέγιστα και ελάχιστα των εντατικών μεγεθών της μηκίδας:

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3535	0	COMB16	Combination	Max	65,665	-0,38	42,996	268,43	30466,09	12208,14	3535-1	
3535	380,88	COMB16	Combination	Max	65,665	40,394	42,996	268,43	21071,28	48178,38	3535-1	380,8
3535	761,75	COMB16	Combination	Max	65,665	81,167	42,996	268,43	11676,47	83647,18	3535-1	761,7
3535	1142,63	COMB16	Combination	Max	65,665	121,941	42,996	268,43	2281,66	118614,55	3535-1	1142,6
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	65,665	162,715	42,996	268,43	-7113,15	153080,5	3535-1	1523,
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	65,665	162,715	42,996	268,43	-7113,15	153080,5	3535-1	1523,
3535	1524	COMB16	Combination	Max	65,665	162,717	42,996	268,43	-7118,5	152999,17	3535-1	152
3535	1524	COMB16	Combination	Max	64,168	160,541	-4,29	11,23	-7173	152996,65	3535-2	
3535	1905	COMB16	Combination	Max	64,168	205,651	-4,29	11,23	-4292,1	117975,1	3535-2	38
3535	2286	COMB16	Combination	Max	64,168	250,762	-4,29	11,23	-1411,21	82451,78	3535-2	76
3535	2667	COMB16	Combination	Max	64,168	295,872	-4,29	11,23	1469,69	46426,7	3535-2	114
3535	3048	COMB16	Combination	Max	64,168	340,983	-4,29	11,23	4350,58	9899,87	3535-2	152
3535	0	COMB16	Combination	Min	-486,599	-180,895	10,672	-16,99	8734,08	-120255,49	3535-1	
3535	380,88	COMB16	Combination	Min	-486,599	-179,579	10,672	-16,99	-2209,19	-90140,96	3535-1	380,8
3535	761,75	COMB16	Combination	Min	-486,599	-178,262	10,672	-16,99	-13152,47	-60527,86	3535-1	761,7
3535	1142,63	COMB16	Combination	Min	-486,599	-176,946	10,672	-16,99	-24095,75	-31416,2	3535-1	1142,6
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	-486,599	-175,629	10,672	-16,99	-35039,02	-2805,96	3535-1	1523,
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	-486,599	-175,629	10,672	-16,99	-35039,02	-2805,96	3535-1	1523,
3535	1524	COMB16	Combination	Min	-486,599	-10,936	10,672	-16,99	-35060,52	-2800,5	3535-1	152
3535	1524	COMB16	Combination	Min	-487,768	-10,759	-26,071	-271,82	-35381,44	-2804,27	3535-2	
3535	1905	COMB16	Combination	Min	-487,768	-9,442	-26,071	-271,82	-26726,36	-25283,42	3535-2	38
3535	2286	COMB16	Combination	Min	-487,768	-8,125	-26,071	-271,82	-18071,29	-48264,32	3535-2	76
3535	2667	COMB16	Combination	Min	-487,768	-6,808	-26,071	-271,82	-9416,22	-71746,99	3535-2	114
3535	3048	COMB16	Combination	Min	-487,768	-5,491	-26,071	-271,82	-761,15	-95731,42	3535-2	152

Εικόνα 55 Εντατικά μεγέθη αρχικής μηκίδας

6.2.1. (β) Πέλωματα πλαισίων

Units

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Flexural Details for Combo and Station)
Units : KN, mm, C

Frame : 10797 X Mid: 12630,150 Combo: COMB22 Design Type: Beam
Length: 723,900 Y Mid: 5295,700 Shape: U-D BEAM Frame Type: DCM-MRF
Loc : 0,000 Z Mid: 0,000 Class: Class 3 Rolled : No

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 1
Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? Yes
Consider Torsion? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
An/Ag=1,00 RLLF=1,00 PLLF=0,750 D/C Lim=1,000

Aeff=3083,200 eNy=0,000 eNz=0,000
A=3083,200 Iyy=4549859,977 iyy=38,415 Wel,yy=88604,868 Weff,yy=88604,868
It=83097,622 Izz=9123073,733 izz=54,396 Wel,zz=110582,712 Weff,zz=110582,712
Iw=0,000 Iyz=0,000 h=102,700 Wpl,yy=108933,160 Av,y=3083,200
E=206,843 fy=0,344 fu=0,410 Wpl,zz=162716,000 Av,z=1589,056

Iyz=0,000 Imax=9123073,733 imax=54,396 Wel,zz,maj=110582,712
Rot= 90 deg Imin=4549860,0 imin=38,415 Wel,zz,min=88604,868

DESIGN MESSAGES

Error: Section overstressed

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,000	737,987	-5801,022	11896,468	-5,872	20,538	-66,802

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.1(7), 6.2.9.2(1))

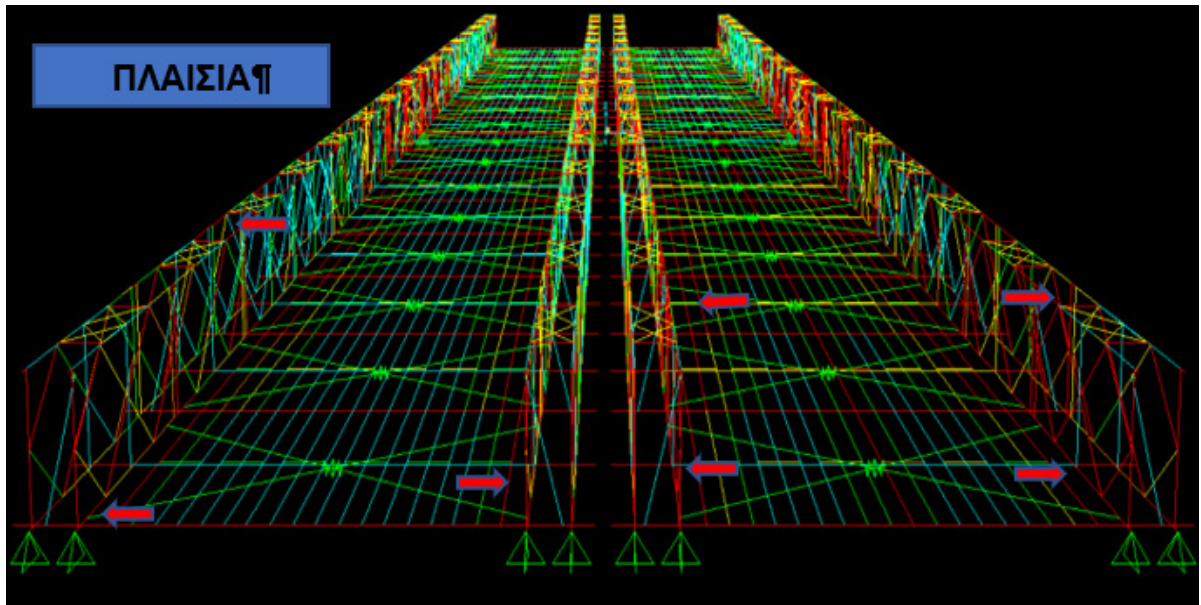
D/C Ratio: 1,199 = 0,696 + 0,190 + 0,313 > 1,000 Overstress
= (NEd/NRd) + (My,Ed/My,Rd) + (Mz,Ed/Mz,Rd) (EC3 6.2.1(7), 6.2.9.2(1))

BASIC FACTORS

Buckling Mode	K Factor	L Factor	Lcr/i
Major (y-y)	1,000	1,000	18,844
Major Braced	1,000	1,000	18,844
Minor (z-z)	1,000	1,000	13,308
Minor Braced	1,000	1,000	13,308
LTB	1,000	1,000	13,308

Εικόνα 56 Αποτελέσματα ανάλυσης πελωμάτων πλαισίων

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των πελωμάτων των πλαισίων προκύπτει ότι αυτά αστοχούν κατά μήκος του άξονα της γέφυρας σε αμφότερες τις πλευρές της τόσο στο άνω όσο και στο κάτω μέρος των πλαισίων, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 57 Αστοχία πελμάτων πλαισίων

Η εν λόγω αστοχία οφείλεται στην εμφάνιση ταυτόχρονα αξονικού φορτίου N_{Ed} αλλά και κάμψης τόσο κατά τον άξονα τον $y-y'$ όσο και κατά τον $z-z'$. Μέρος της διατομής αναλύσκεται στην αντιμετώπιση της αξονικής δύναμης και επομένως η αντοχή της σε κάμψη περιορίζεται.

Όπως είναι γνωστό η επάρκεια ενός θλιβόμενου μέλους με σταθερή διατομή έναντι καμπτικού λυγισμού ελέγχεται με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

όπου

$$M_{y,Rd} = \frac{M_{pl,y,Rd} * (1 - n)}{1 - 0,5 * a_w}$$

$$a_w = \frac{A - 2 * b * t_f}{A}, \text{ αλλά } a_w \leq 0,5$$

$$\text{και } M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_{M0}}, W = \frac{I}{h}$$

$$M_{z,Rd} = \frac{M_{pl,z,Rd} * (1 - n)}{1 - 0,5 * a_f}$$

$$a_f = \frac{A - 2 * h * t_w}{A}, \text{ αλλά } a_f \leq 0,5$$

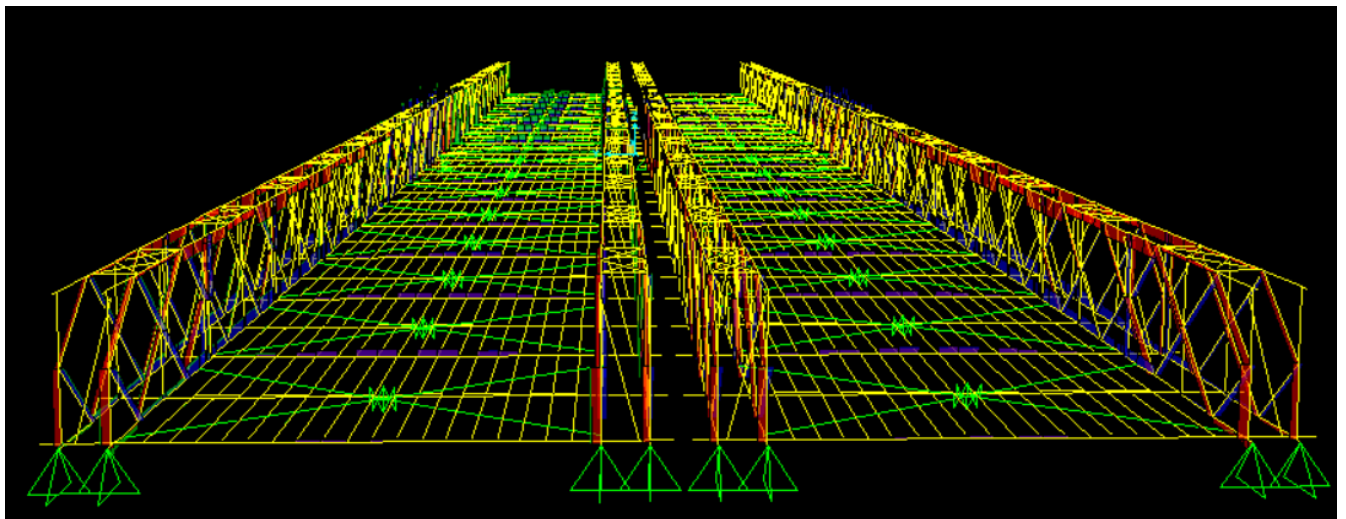
$$\text{και } M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} * f_y}{\gamma_{M0}}, W = \frac{I}{h}$$

Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SAP2000 προέκυψε ότι:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = 1,199 > 1$$

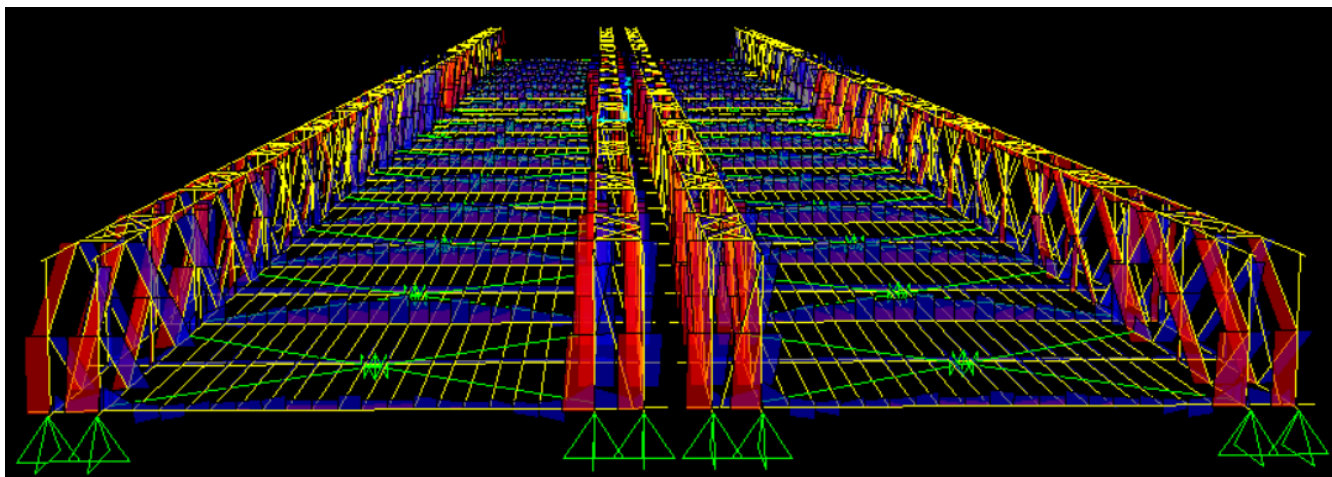
γεγονός που έχει ως συνέπεια την αστοχία της διατομής.

Το διάγραμμα κατανομής των αξονικών δυνάμεων για το συνδυασμό φόρτισης COMB 22 που αστοχεί το πλαίσιο φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 58 Διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων συνδυασμού φόρτισης COMB 22 αστοχίας πλαισίου

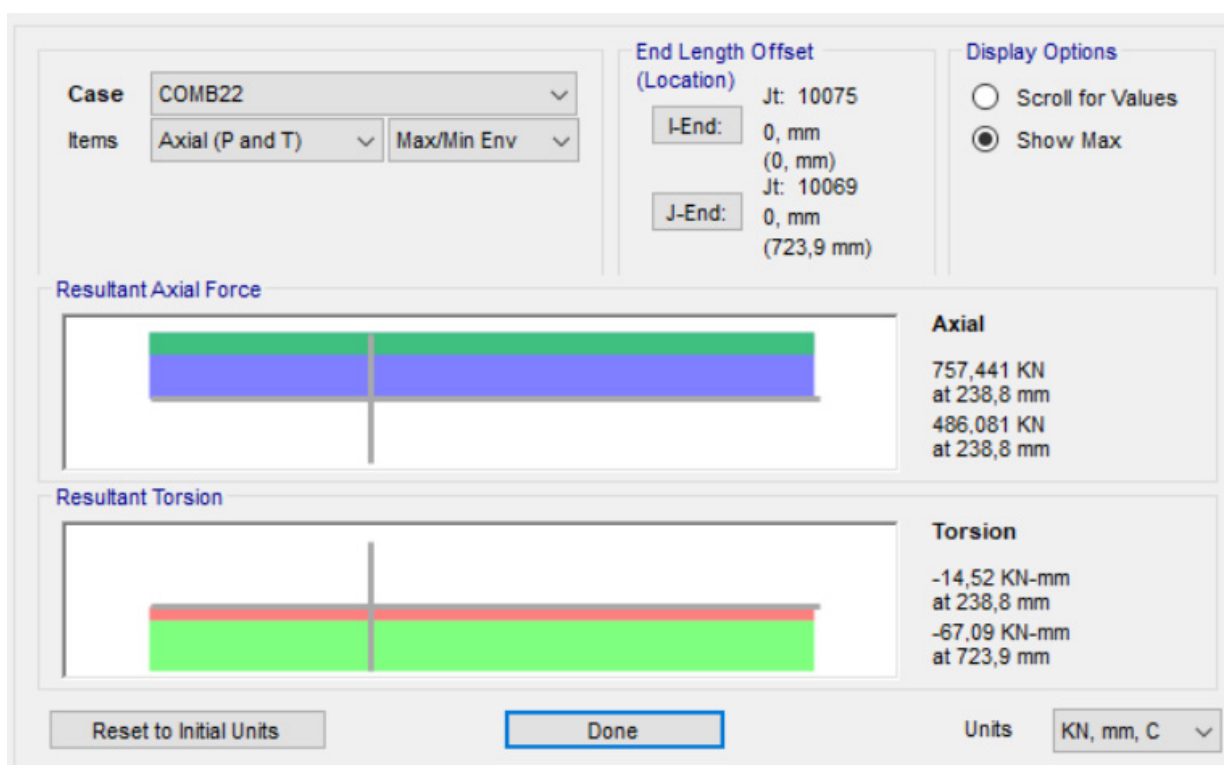
Το διάγραμμα κατανομής των τάσεων για το συνδυασμό φόρτισης COMB 22 που αστοχεί το πλαίσιο φαίνεται παρακάτω



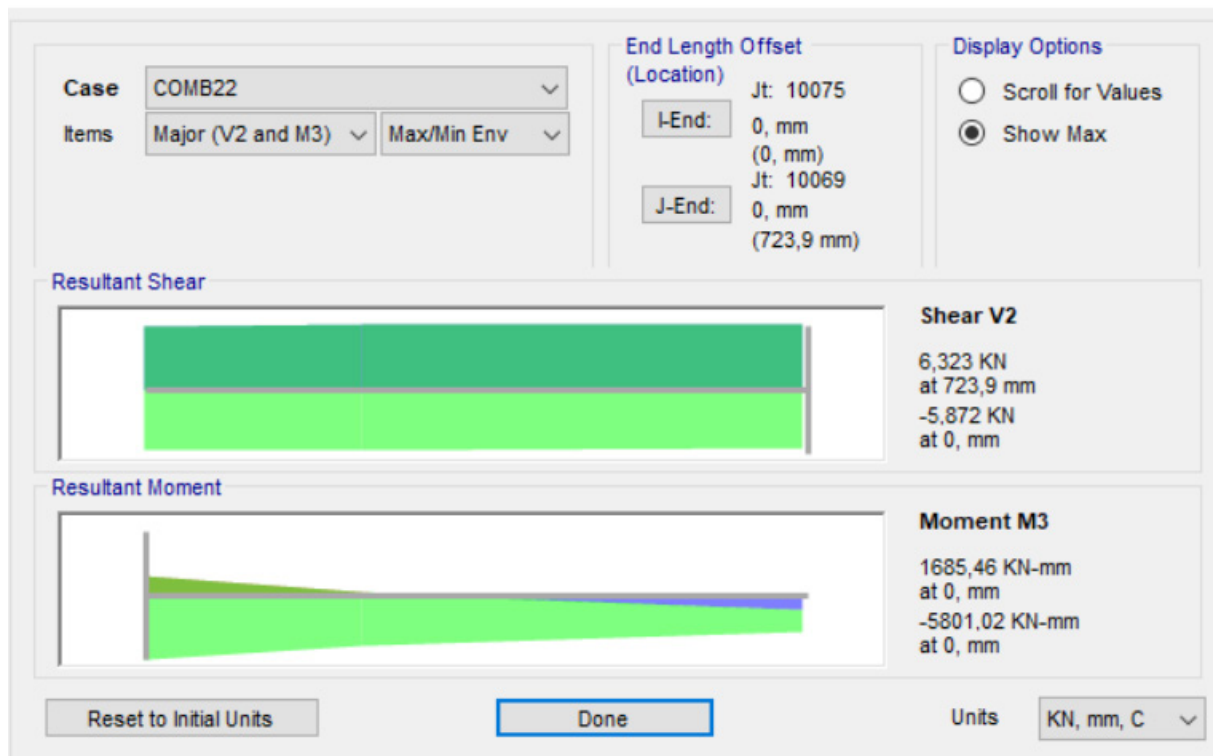
Εικόνα 59 Διάγραμμα κατανομής τάσεων συνδυασμού φόρτισης COMB 22 αστοχίας πλαισίου

6.2.1.(β).(1) Διαγράμματα -Πίνακες εντατικών μεγεθών πελμάτων πλαισίων

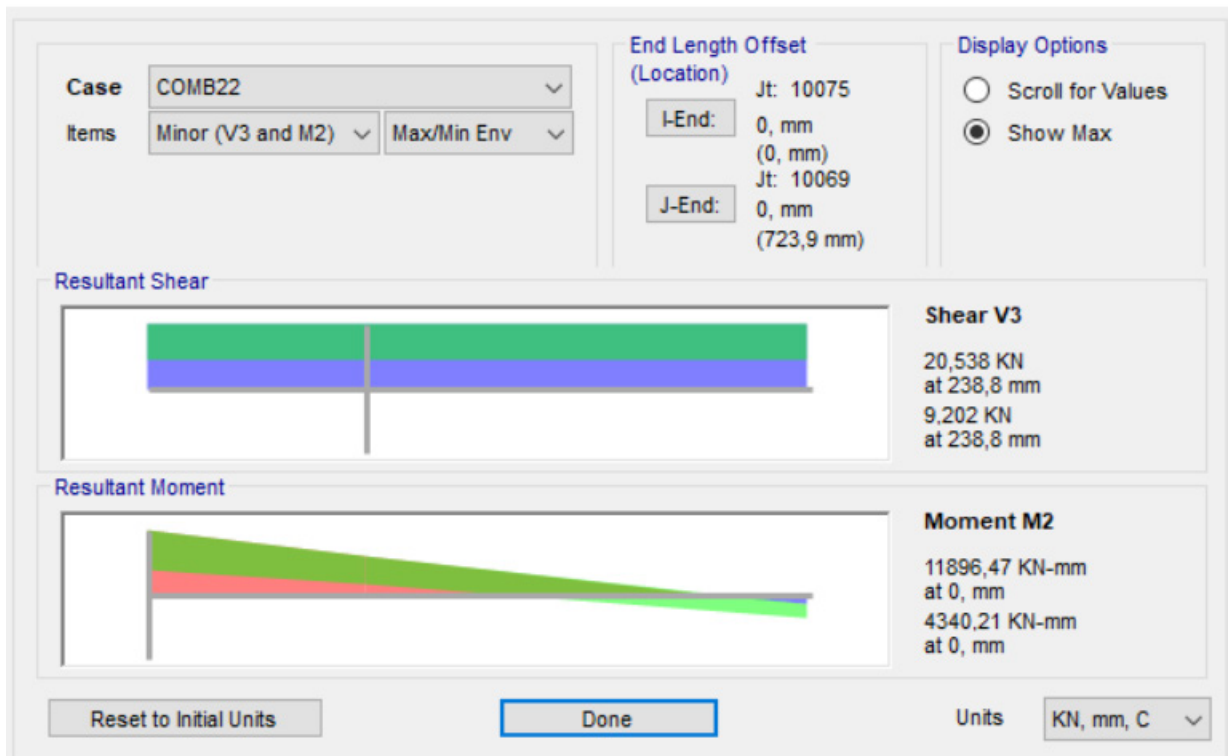
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών στα πέλματα των πλαισίων φαίνονται παρακάτω:



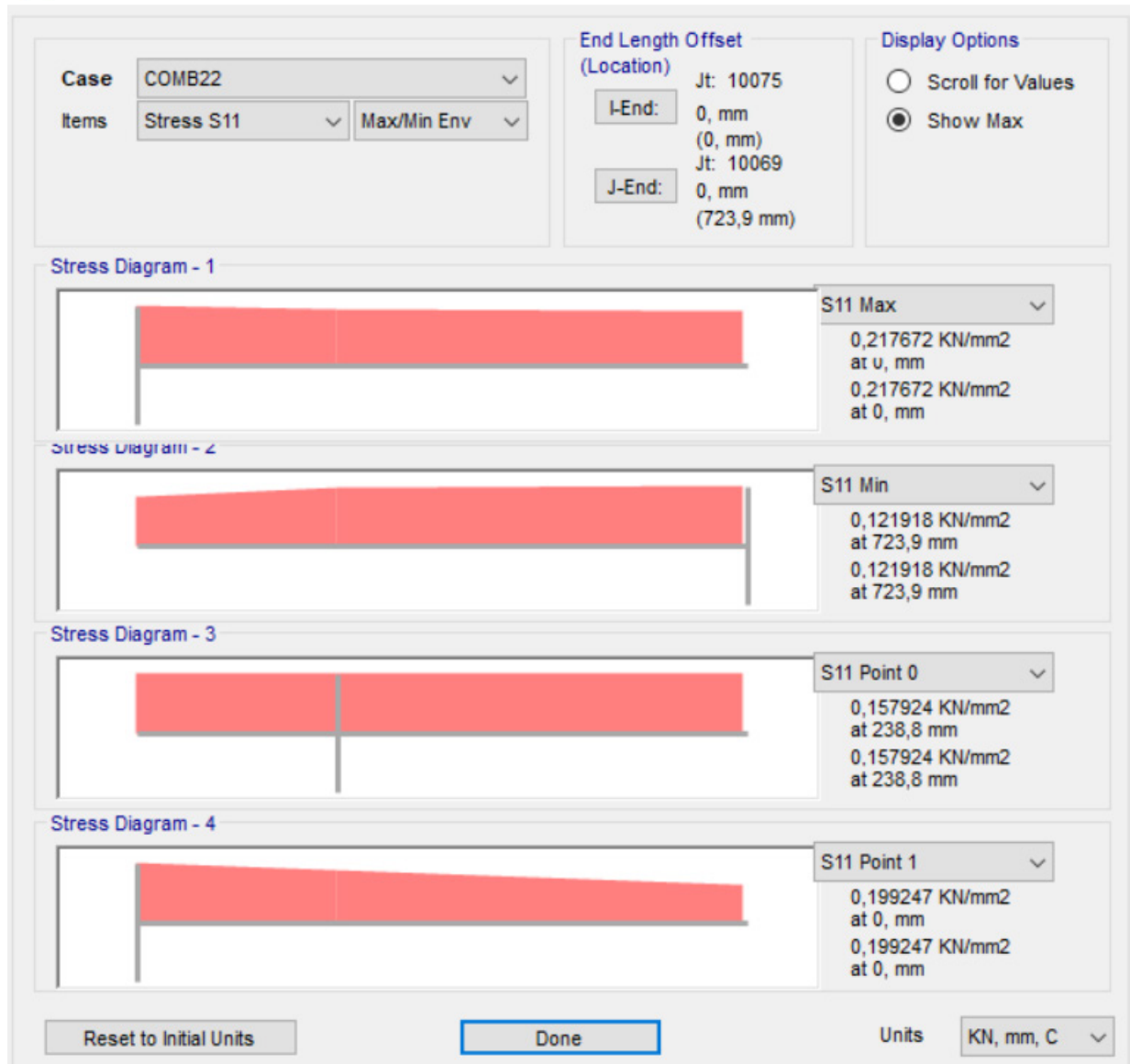
Εικόνα 60 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης πλαισίου



Εικόνα 61 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα πλαισίου



Εικόνα 62 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα πλαισίου



Εικόνα 63 Διάγραμμα τάσεων πλαισίου

Εντατικά μεγέθη πελμάτων του πλαισίου

Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας με τα εντατικά μεγεθών των πελμάτων των πλαισίων:

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
10797	0	COMB22	Combination	Max	757,441	6,082	20,538	-14,52	11896,47	1685,46	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	757,441	6,161	20,538	-14,52	6992,02	223,65	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	757,381	6,161	20,442	-14,52	6992,02	223,65	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Max	757,381	6,323	20,442	-14,52	-1646,61	-1245,41	10797-2	485,1
10797	0	COMB22	Combination	Min	486,081	-5,872	9,202	-67,09	4340,21	-5801,02	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	486,081	-5,792	9,202	-67,09	1870,79	-4411,02	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	486,052	-5,792	9,145	-67,09	1870,79	-4411,02	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Min	486,052	-5,63	9,145	-67,09	-4136,4	-3300,44	10797-2	485,1

Εικόνα 64 Εντατικά μεγέθη αρχικών πελμάτων πλαισίων

6.2.1.(γ) Διαδοκίδες

Frame : 3018 X Mid: -24226,970 Combo: COMB92 Design Type: Beam
 Length: 4521,200 Y Mid: -3035,100 Shape: TRANSOM Frame Type: DCM-MRF
 Loc : 0,000 Z Mid: 0,000 Class: Class 3 Rolled : No

Country=CEN Default Combination=Eq. 6.10 Reliability=Class 1
 Interaction=Method 2 (Annex B) MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? Yes
 Consider Torsion? No

GammaM0=1,00 GammaM1=1,00 GammaM2=1,25
 An/Ag=1,00 RLLF=1,00 PLLF=0,750 D/C Lim=1,000

Aeff=4567,500 eNy=0,000 eNz=0,000
 A=4567,500 Iyy=52947780,6 iyy=107,667 Wel,yy=399605,892 Weff,yy=399605,892
 It=163049,288 Izz=3050222,656 izz=25,842 Wel,zz=53047,351 Weff,zz=53047,351
 Iw=0,000 Iyz=0,000 h=265,000 Wpl,yy=458041,875 Av,y=2612,320
 E=206,843 fy=0,344 fu=0,410 Wpl,zz=82739,063 Av,z=1954,316

DESIGN MESSAGES

Error: Section overstressed

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,000	-305,618	-48318,085	41530,660	-77,391	303,458	23,446

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.61)

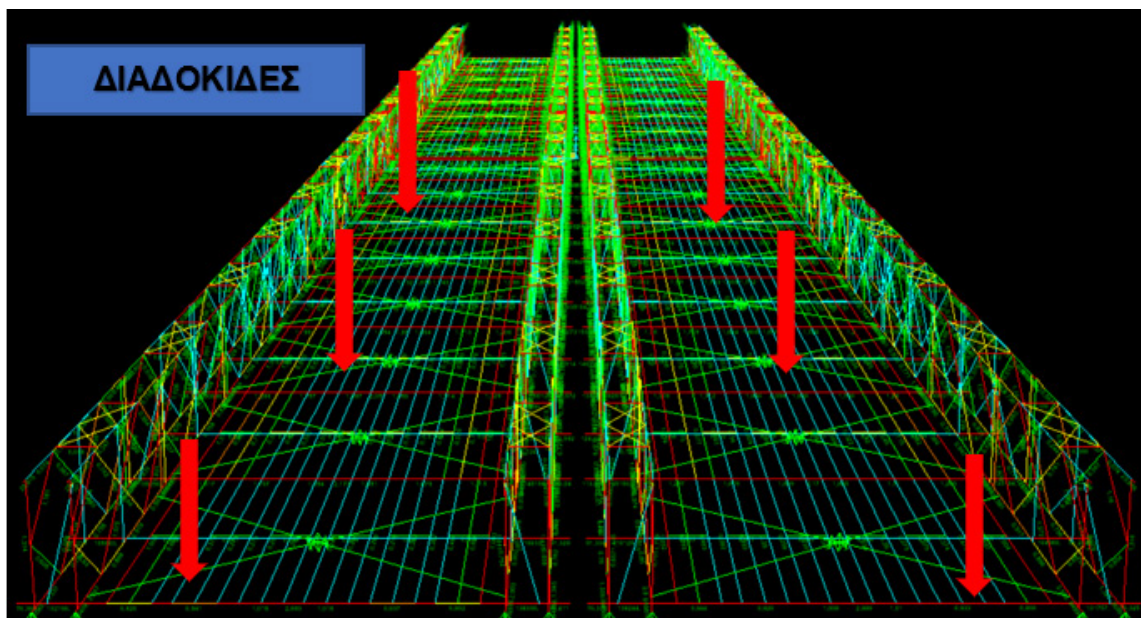
D/C Ratio: 2,947 = 0,195 + 0,416 + 2,337 > 1,000 Overstress
 = NEd/(Chi_y NRk/GammaM1) + kyy (My,Ed+NEd eNy)/(Chi_LT My,Rk/GammaM1)
 + kyz (Mz,Ed+NEd eNz)/(Mz,Rk/GammaM1) (EC3 6.3.3(4)-6.61)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	-305,618	1571,220	1348,326				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	1571,220	1348,326	1058,015	1058,015	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0,490	528786,573	0,055	0,466	1,000	1571,220
MajorB (y-y)	c	0,490	528786,573	0,055	0,466	1,000	1571,220
Minor (z-z)	c	0,490	30462,406	0,227	0,532	0,986	1549,533

Εικόνα 65 Αποτελέσματα ανάλυσης διαδοκίδων

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των διαδοκίδων προκύπτει ότι αυτές αστοχούν κατά μήκος του άξονα της γέφυρας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 66 Αστοχία Διαδοκίδων

Η εν λόγω αστοχία οφείλεται στην εμφάνιση στρεπτοκαμπτικού λυγισμού μελών σταθερής διατομής υπό θλίψη και κάμψη.

Όπως είναι γνωστό η επάρκεια ενός μέλους με σταθερή διατομή έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού ελέγχεται με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{x_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

Όπου

$N_{Ed}, M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: οι τιμές σχεδιασμού της θλιπτικής αξονικής δύναμης και των μεγίστων ροπών ως προς τους άξονες y-y' και z-z' κατά μήκος του μέλους αντίστοιχα.

$\Delta M_{y,Ed}, \Delta M_{z,Ed}$: οι ροπές λόγω της μετατόπισης του κεντροβαρικού άξονα για διατομές κατηγορίας 4 (οι διατομές της υπο μελέτης κατασκευής όπως προαναφέρθηκε ανήκουν στην κατηγορία 1 και επομένως $\Delta M_{y,Ed}, \Delta M_{z,Ed} = 0$)

x_y : ο μειωτικός συντελεστής λόγω καμπτικού λυγισμού

x_{LT} : ο μειωτικός συντελεστής λόγω πλευρικού λυγισμού.

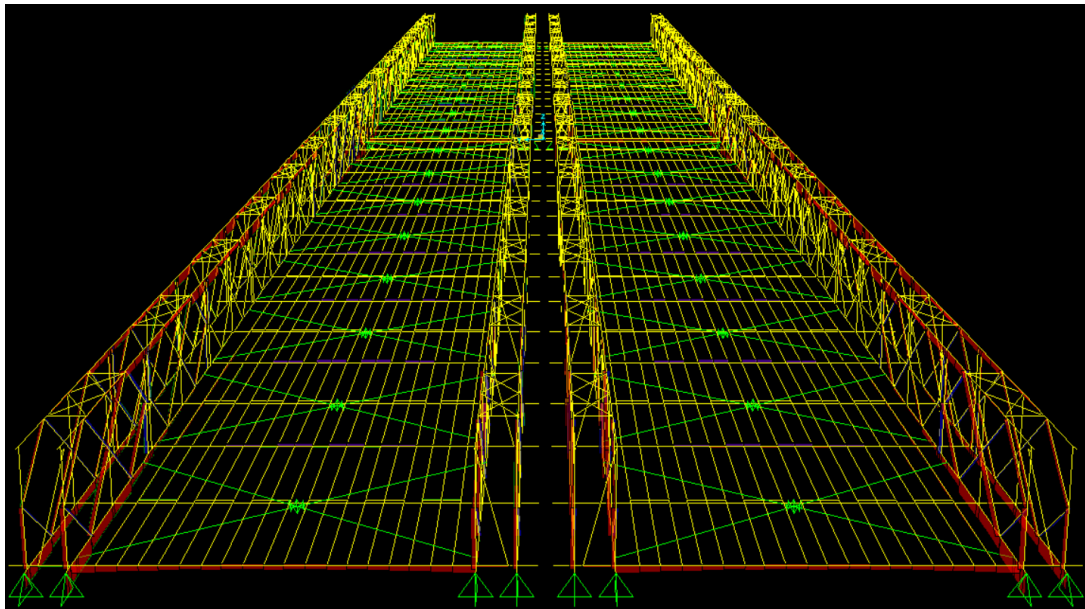
k_{yy}, k_{yz} : οι συντελεστές αλληλεπίδρασης, εξαρτώμενοι από τη μέθοδο που έχει επιλεγεί.

Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SAP2000 προέκυψε ότι:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{x_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{x_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 2,947 > 1$$

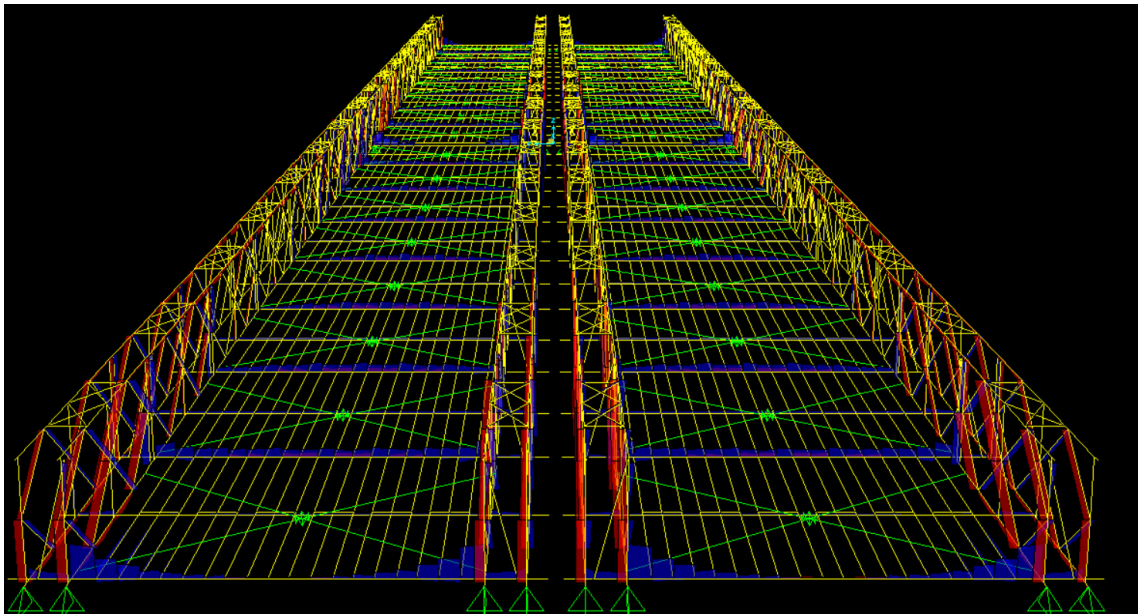
γεγονός που έχει ως συνέπεια την αστοχία της διατομής.

Το διάγραμμα κατανομής των αξονικών δυνάμεων των διαδοκίδων φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 67 Διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων διαδοκίδων

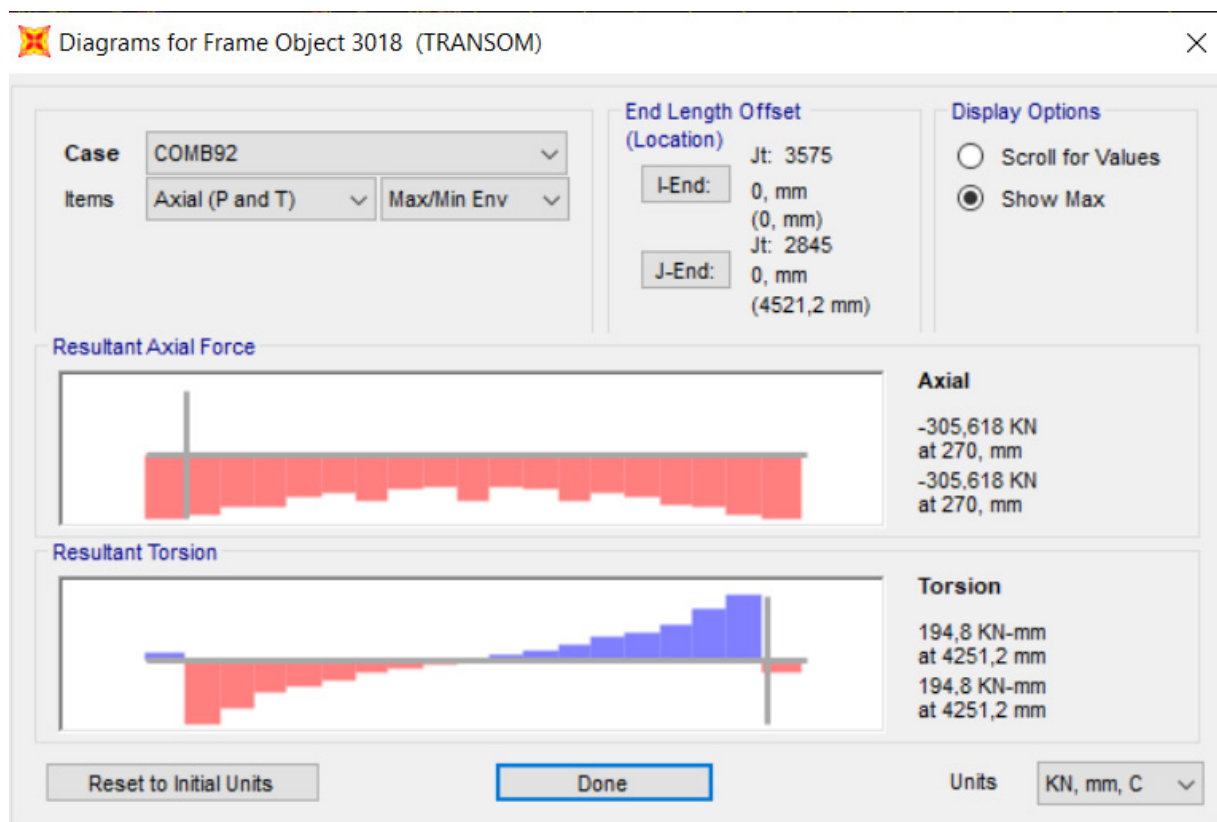
Το διάγραμμα κατανομής των τάσεων των διαδοκίδων φαίνεται παρακάτω:



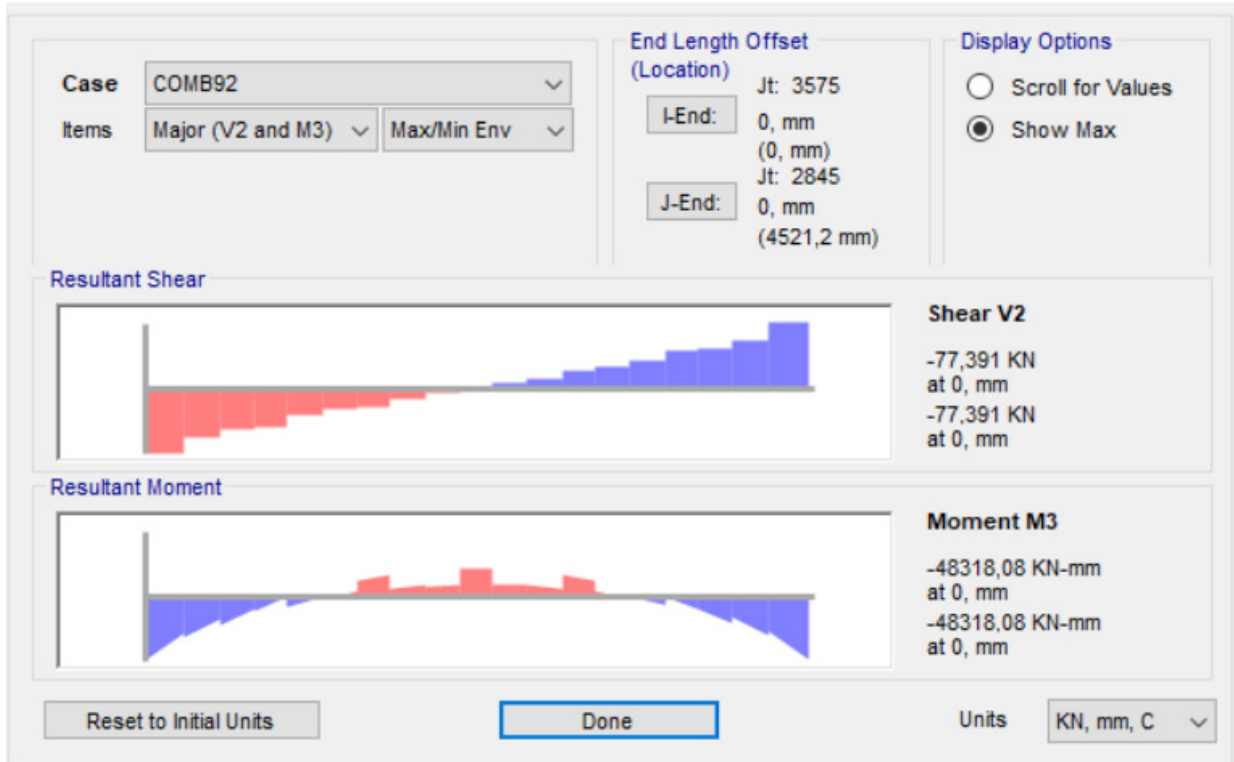
Εικόνα 68 Διάγραμμα κατανομής των τάσεων των διαδοκίδων

6.2.1.(γ).(1) Διαγράμματα - Πίνακες εντατικών μεγεθών διαδοκίδων

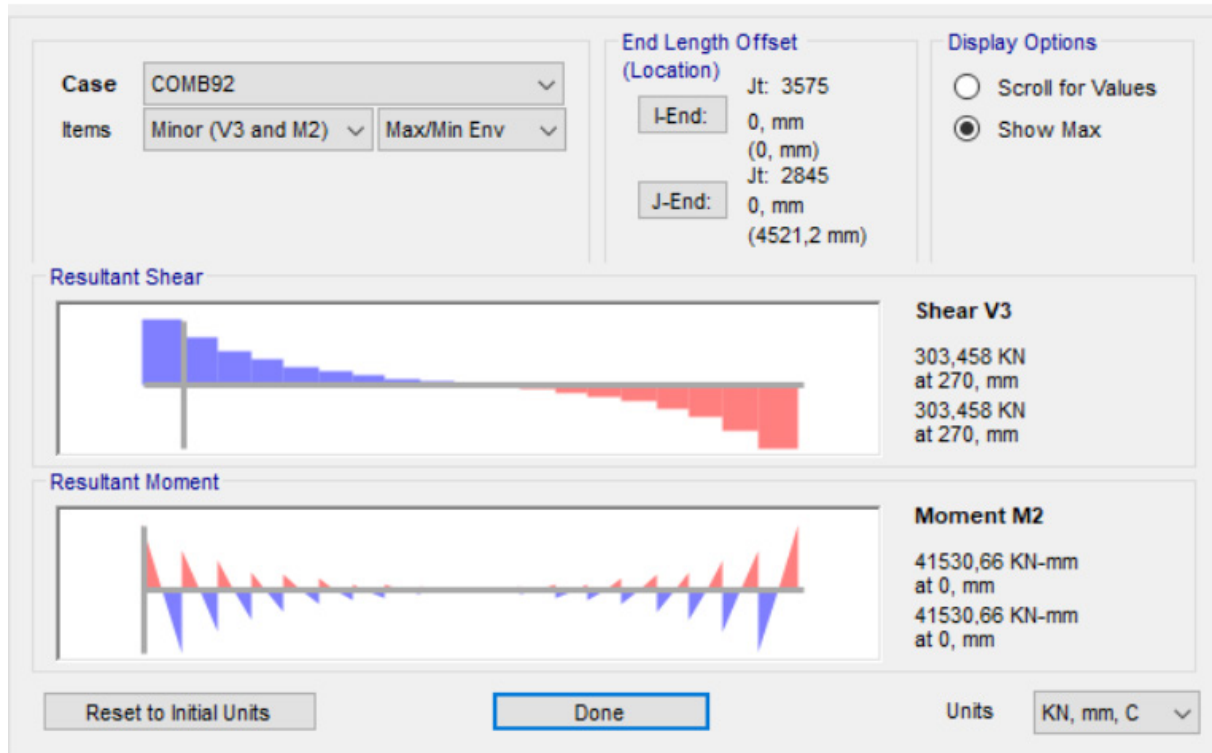
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών στη διαδοκίδα φαίνονται παρακάτω:



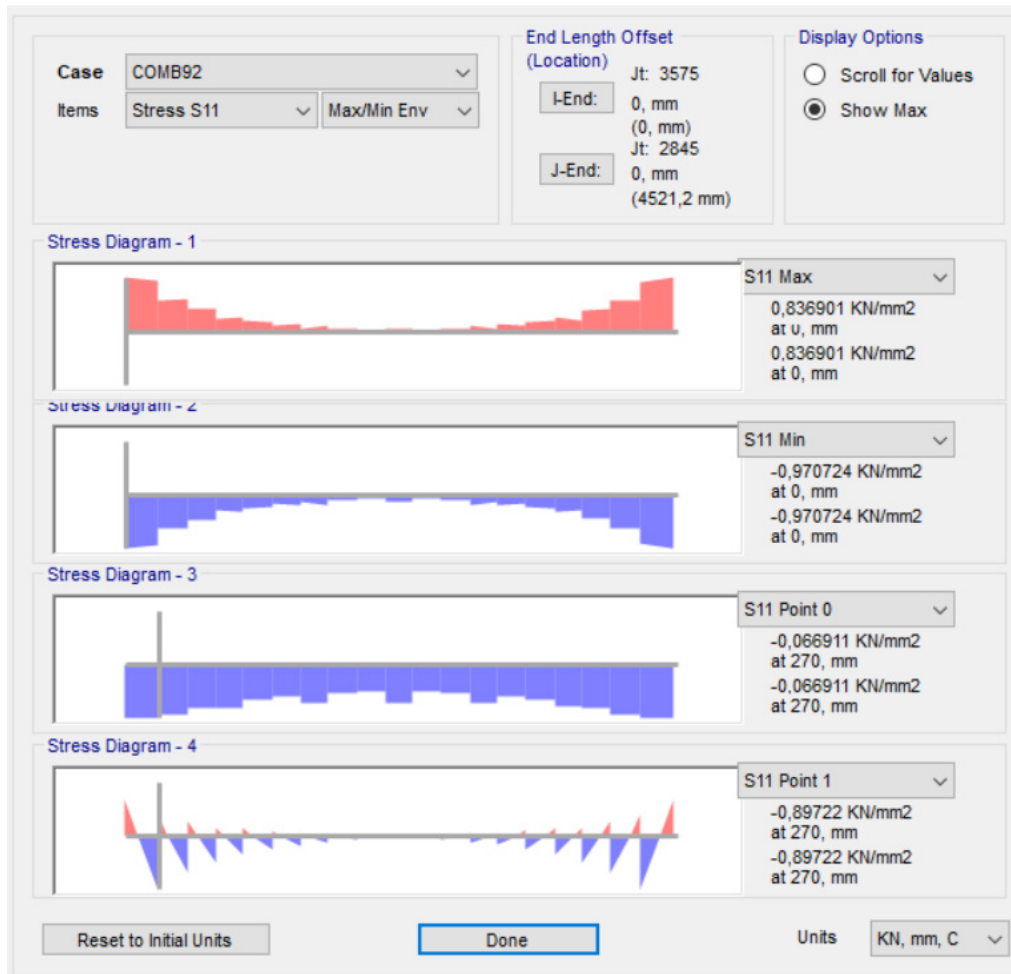
Εικόνα 69 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης διαδοκίδας



Εικόνα 70 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα διαδοκίδας



Εικόνα 71 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα διαδοκίδας



Εικόνα 72 Διάγραμμα τάσεων διαδοκίδας

Στη συνέχεια παρατίθενται πίνακας με τα εντατικά μεγέθη των διαδοκίδων:

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3018	0	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,845	303,458	194,8	41530,66	19925,91	3018-1	C
3018	270	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,845	303,458	194,8	41530,66	19925,91	3018-1	270C
3018	270	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,712	303,458	194,8	41372,97	19829,42	3018-2	C
3018	510	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,712	303,458	194,8	41372,97	19829,42	3018-2	240C
3018	510	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,334	216,34	151,39	24991,06	16115,15	3018-3	C
3018	750	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,334	216,34	151,39	24991,06	16115,15	3018-3	240C
3018	750	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,216	216,34	151,39	24647,25	15608,86	3018-4	C
3018	970,24	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,216	216,34	151,39	24647,25	15608,86	3018-4	220,24C
3018	970,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,165	156,515	104,32	18110,39	11621,71	3018-5	C
3018	1210,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,165	156,515	104,32	18110,39	11621,71	3018-5	240C
3018	1210,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,047	156,515	104,32	17815,35	10902,45	3018-6	C
3018	1450,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,047	156,515	104,32	17815,35	10902,45	3018-6	240C
3018	1450,24	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,739	115,087	81,69	11122,09	8705,08	3018-7	C
3018	1670,48	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,739	115,087	81,69	11122,09	8705,08	3018-7	220,24C
3018	1670,48	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,63	115,087	81,69	10887,25	8664,62	3018-8	C
3018	1910,48	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,63	115,087	81,69	10887,25	8664,62	3018-8	240C
3018	1910,48	COMB92	Combination	Max	-180,966	31,015	82,217	65,13	9650,78	8015,18	3018-9	C
3018	2150,48	COMB92	Combination	Max	-180,966	31,015	82,217	65,13	9650,78	8015,18	3018-9	240C
3018	2150,48	COMB92	Combination	Max	-180,966	30,896	82,217	65,13	9509,92	7836,09	3018-10	C
3018	2370,72	COMB92	Combination	Max	-180,966	30,896	82,217	65,13	9509,92	7836,09	3018-10	220,24C
3018	2370,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,267	57,827	42,78	6750,56	7360,27	3018-11	C
3018	2610,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,267	57,827	42,78	6750,56	7360,27	3018-11	240C
3018	2610,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,148	57,827	42,78	6687,32	7133,97	3018-12	C
3018	2850,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,148	57,827	42,78	6687,32	7133,97	3018-12	240C
3018	2850,72	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,457	39,754	25,89	3074,86	5210,97	3018-13	C
3018	3070,96	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,457	39,754	25,89	3074,86	5210,97	3018-13	220,24C
3018	3070,96	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,348	39,754	25,89	3058,22	4839,84	3018-14	C
3018	3310,96	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,348	39,754	25,89	3058,22	4839,84	3018-14	240C
3018	3310,96	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,743	24,511	23,45	2957,89	4001,01	3018-15	C
3018	3550,96	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,743	24,511	23,45	2957,89	4001,01	3018-15	240C
3018	3550,96	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,625	24,511	23,45	2922,08	3562,14	3018-16	C
3018	3771,2	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,625	24,511	23,45	2922,08	3562,14	3018-16	220,24C
3018	3771,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,663	11,319	17,46	1405,59	430,41	3018-17	C
3018	4011,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,663	11,319	17,46	1405,59	430,41	3018-17	240C
3018	4011,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,544	11,319	17,46	1343,21	280,34	3018-18	C
3018	4251,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,544	11,319	17,46	1343,21	280,34	3018-18	240C
3018	4251,2	COMB92	Combination	Max	-220,036	-0,384	-0,273	1,18	-1242,34	-147,63	3018-19	C
3018	4521,2	COMB92	Combination	Max	-220,036	-0,384	-0,273	1,18	-1242,34	-147,63	3018-19	270C
3018	0	COMB92	Combination	Min	-220,036	-0,492	-0,273	1,18	-1302,48	-820,36	3018-1	C
3018	270	COMB92	Combination	Min	-220,036	-0,492	-0,273	1,18	-1302,48	-820,36	3018-1	270C
3018	270	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,319	-11,812	-15,4	-1373,44	-1808,76	3018-2	C
3018	510	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,319	-11,812	-15,4	-1373,44	-1808,76	3018-2	240C
3018	510	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,437	-11,812	-15,4	-1429,23	-2464,22	3018-3	C
3018	750	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,437	-11,812	-15,4	-1429,23	-2464,22	3018-3	240C
3018	750	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,425	-24,774	-23,85	-2960,56	-6998,92	3018-4	C
3018	970,24	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,425	-24,774	-23,85	-2960,56	-6998,92	3018-4	220,24C
3018	970,24	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,544	-24,774	-23,85	-2987,86	-7811,86	3018-5	C
3018	1210,24	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,544	-24,774	-23,85	-2987,86	-7811,86	3018-5	240C
3018	1210,24	COMB92	Combination	Min	-241,567	-21,315	-39,595	-39,82	-5662,25	-8961,19	3018-6	C
3018	1450,24	COMB92	Combination	Min	-241,567	-21,315	-39,595	-39,82	-5662,25	-8961,19	3018-6	240C
3018	1670,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,051	-57,204	-40,05	-7041,74	-9803,66	3018-8	C
3018	1910,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,051	-57,204	-40,05	-7041,74	-9803,66	3018-8	240C
3018	1910,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,169	-57,204	-40,05	-7127,92	-10712,98	3018-9	C
3018	2150,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,169	-57,204	-40,05	-7127,92	-10712,98	3018-9	240C
3018	2150,48	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,875	-80,965	-62,82	-9921,79	-15184,64	3018-10	C
3018	2370,72	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,875	-80,965	-62,82	-9921,79	-15184,64	3018-10	240C
3018	2370,72	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,994	-80,965	-62,82	-10081,37	-16174,95	3018-11	C
3018	2610,72	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,994	-80,965	-62,82	-10081,37	-16174,95	3018-11	240C
3018	2610,72	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,863	-113,016	-79,3	-14003,3	-20026,57	3018-12	C
3018	2850,72	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,863	-113,016	-79,3	-14003,3	-20026,57	3018-12	240C
3018	2850,72	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,972	-113,016	-79,3	-14224,57	-21148,06	3018-13	C
3018	3070,96	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,972	-113,016	-79,3	-14224,57	-21148,06	3018-13	240C
3018	3070,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,209	-153,927	-99,65	-19127,19	-25772,98	3018-14	C
3018	3310,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,209	-153,927	-99,65	-19127,19	-25772,98	3018-14	240C
3018	3310,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,328	-153,927	-99,65	-19453,29	-27440,41	3018-15	C
3018	3550,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,328	-153,927	-99,65	-19453,29	-27440,41	3018-15	240C
3018	3550,96	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,47	-213,293	-147,39	-26543	-28450,64	3018-16	C
3018	3771,2	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,47	-213,293	-147,39	-26543	-28450,64	3018-16	240C
3018	3771,2	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,589	-213,293	-147,39	-26930,47	-29742,06	3018-17	C
3018	4011,2	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,589	-213,293	-147,39	-26930,47	-29742,06	3018-17	240C
3018	4011,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,258	-300,219	-190,02	-39686,26	-46233,14	3018-18	C
3018	4251,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,258	-300,219	-190,02	-39686,26	-46233,14	3018-18	240C
3018	4251,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,391	-300,219	-190,02	-40402,99	-48318,08	3018-19	C
3018	4521,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,391	-300,219	-190,02	-40402,99	-48318,08	3018-19	240C

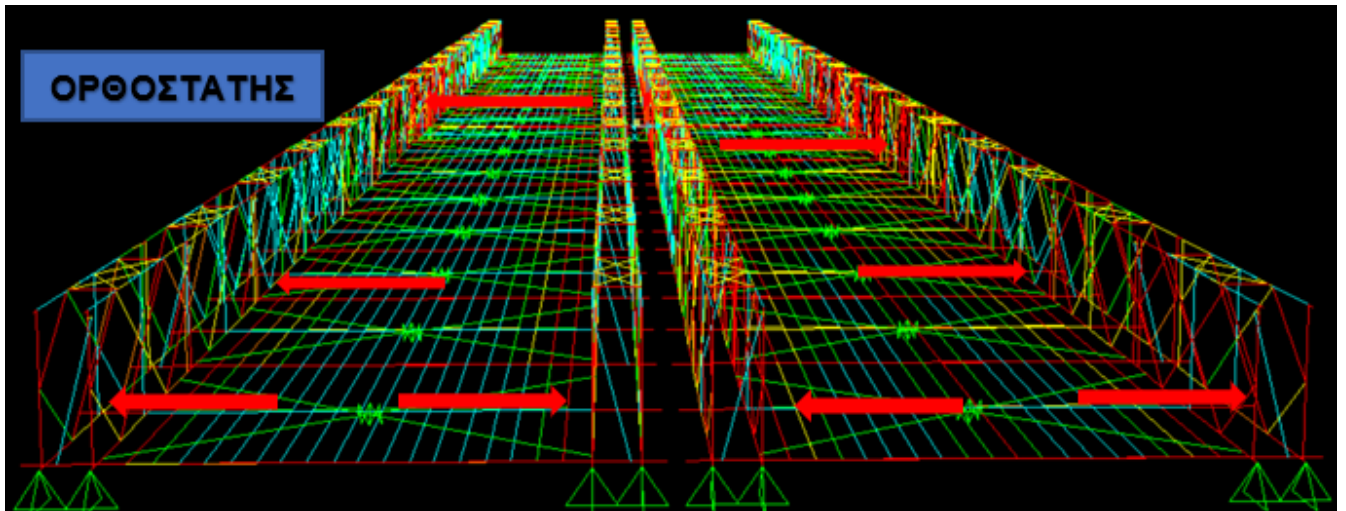
Εικόνα 73 Εντατικά μεγέθη αρχικών διαδοκίδων

6.2.1.(δ) Ορθοστάτες– Διαγώνιοι πλαισίων

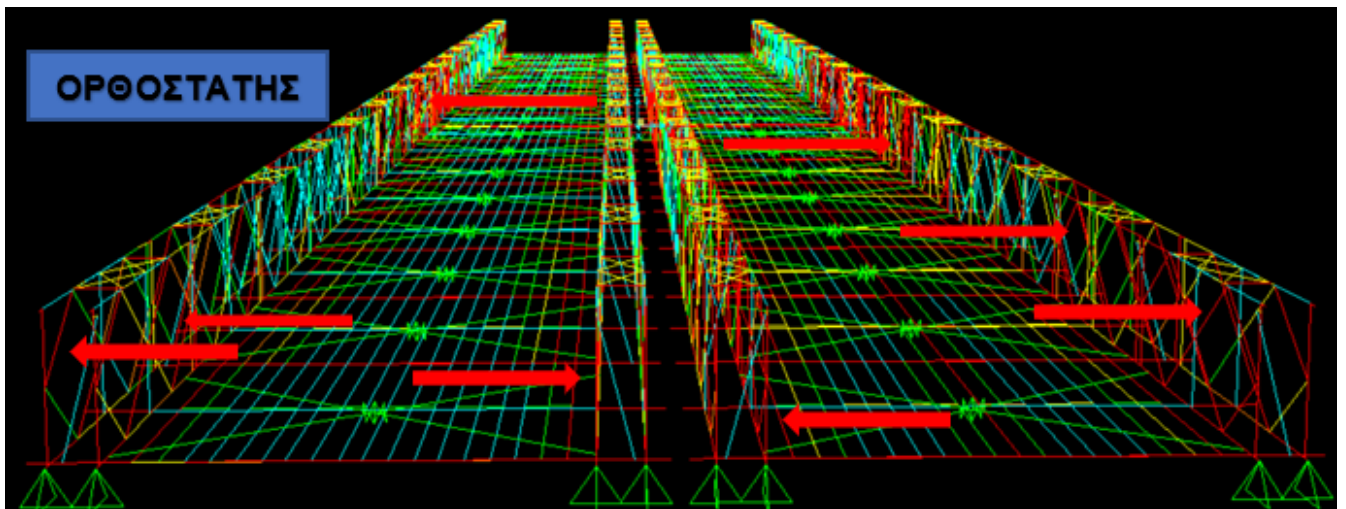
Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)						Units	KN, mm, C
Units : KN, mm, C							
Frame : 3890	X Mid: -21774,150	Combo: COMB28	Design Type: Brace				
Length: 1023,749	Y Mid: -5295,700	Shape: orthostatis	Frame Type: DCM-MRF				
Loc : 0,000	Z Mid: 361,950	Class: Class 1	Rolled : No				
Country=CEN Default		Combination=Eq. 6.10			Reliability=Class 1		
Interaction=Method 2 (Annex B)		MultiResponse=Envelopes			P-Delta Done? Yes		
Consider Torsion? No							
GammaM0=1,00	GammaM1=1,00	GammaM2=1,25					
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=0,750	D/C Lim=1,000				
Aeff=756,000	eNy=0,000	eNz=0,000					
A=756,000	Iyy=702807,000	iyy=30,490	Wel,yy=18254,727	Weff,yy=18254,727			
It=8513,820	Izz=97776,000	izz=11,372	Wel,zz=4190,400	Weff,zz=4190,400			
Iw=84883072,585	Iyz=0,000	h=77,000	Wpl,yy=21609,000	Av,y=504,000			
E=206,843	fy=0,344	fu=0,410	Wpl,zz=7434,000	Av,z=302,400			
DESIGN MESSAGES							
Error: Section overstressed							
Warning: Ned > Ncr,zz -- k factors can not be calculated (EC3 Table A.1, B.1, sec 6.3.3(4))							
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS							
Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted	
0,000	-212,842	0,000	0,000	0,000	0,030	1,307	
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)							
D/C Ratio: 1,829 = 1,823 + 0,000 + 0,007 > 1,000 Overstress							
= Ned/(Chi_z NRk/GammaM1) + kzy (My,Ed+NEd eNy)/(Chi_LT My,Rk/GammaM1)							
+ kzz (Mz,Ed+NEd eNz)/(Mz,Rk/GammaM1) (EC3 6.3.3(4)-6.62)							
AXIAL FORCE DESIGN							
	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
	Force	Capacity	Capacity				
Axial	-212,842	260,064	223,171				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	260,064	223,171	503,805	431,105	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0,490	1368,955	0,436	0,653	0,878	228,384
MajorB(y-y)	c	0,490	1368,955	0,436	0,653	0,878	228,384

Εικόνα 74 Αποτελέσματα ανάλυσης ορθοστατών διαγώνιων πλαισίων

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των ορθοστατών – Διαγώνιων πλαισίων προκύπτει ότι αυτοί αστοχούν εκατέρωθεν του κεντρικού άξονα της γέφυρας με την εν λόγω αστοχία να επικεντρώνεται στα δύο πρώτα πλαίσια της γέφυρας εκατέρωθεν των ανοιγμάτων της, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 75 Αστοχία ορθοστατών- Διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 76 Αστοχία ορθοστατών- Διαγώνιων πλαισίων

Η εν λόγω αστοχία οφείλεται στην εμφάνιση στρεπτοκαμπτικού λυγισμού μελών σταθερής διατομής υπό θλίψη και κάμψη

Όπως είναι γνωστό και προαναφέρθηκε, η επάρκεια ενός μέλους με σταθερή διατομή έναντι στρεπτοκαμπτικού λυγισμού ελέγχεται με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

Όπου

$N_{Ed}, M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: οι τιμές σχεδιασμού της θλιπτικής αξονικής δύναμης και των μεγίστων ροπών ως προς τους άξονες $y-y'$ και $z-z'$ κατά μήκος του μέλους αντίστοιχα.

$\Delta M_{y,Ed}, \Delta M_{z,Ed}$: οι ροπές λόγω της μετατόπισης του κεντροβαρικού άξονα για διατομές κατηγορίας 4 (οι διατομές της υπό μελέτης κατασκευής όπως προαναφέρθηκε ανήκουν στην κατηγορία 1 και επομένως $\Delta M_{y,Ed}, \Delta M_{z,Ed} = 0$)

χ_y : ο μειωτικός συντελεστής λόγω καμπτικού λυγισμού

χ_{LT} : ο μειωτικός συντελεστής λόγω πλευρικού λυγισμού.

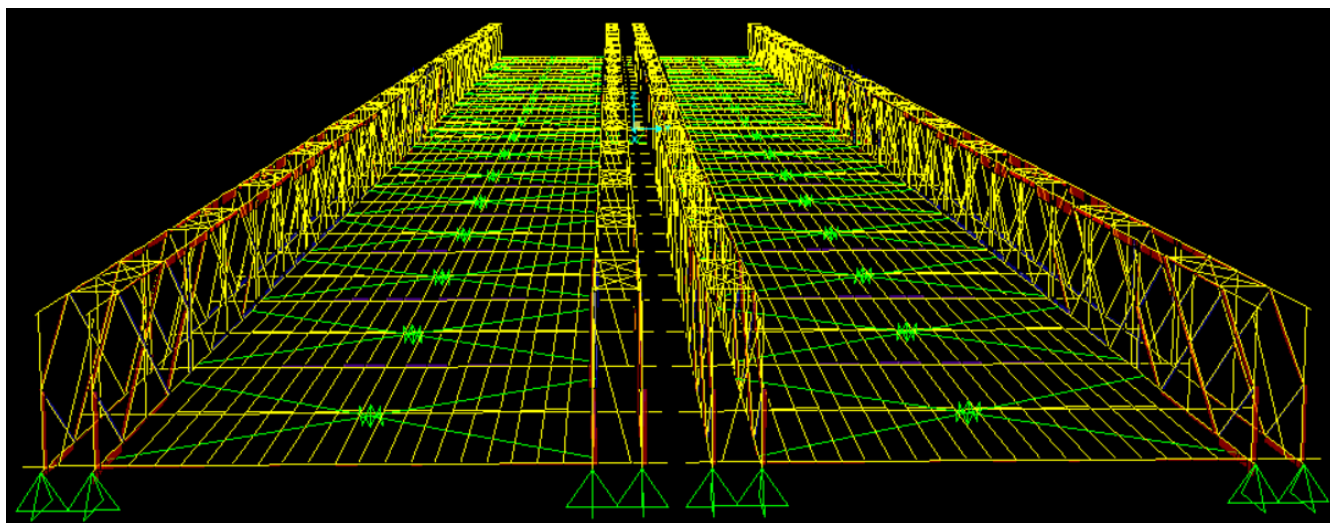
k_{yy}, k_{yz} : οι συντελεστές αλληλεπίδρασης, εξαρτώμενοι από τη μέθοδο που έχει επιλεγεί.

Από τον έλεγχο που πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SAP2000 προέκυψε ότι:

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = 1,829 > 1$$

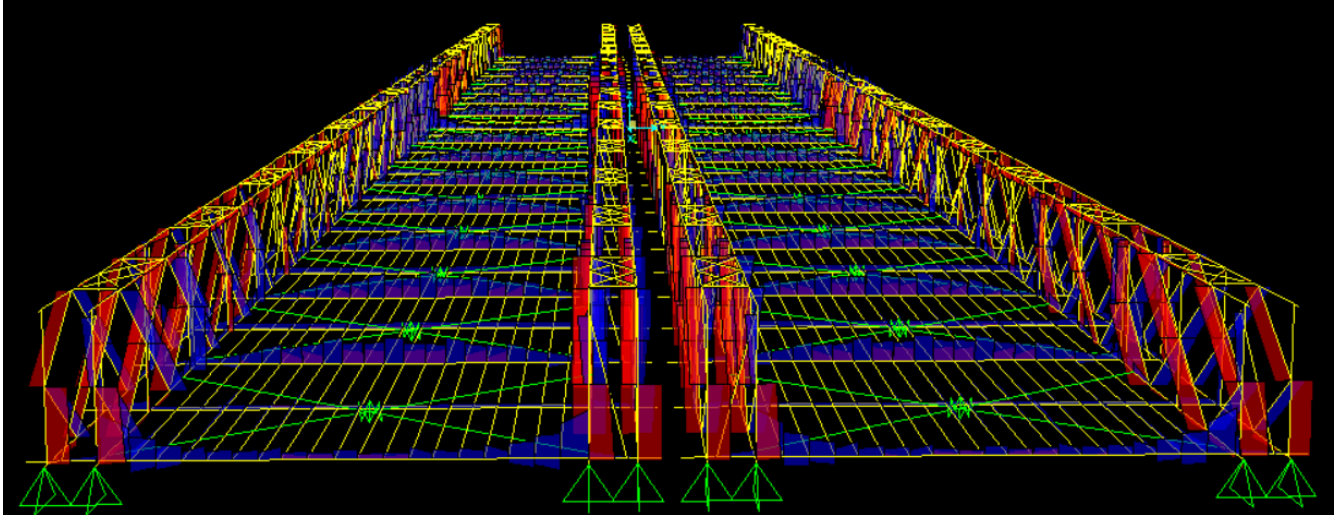
γεγονός που έχει ως συνέπεια την αστοχία της διατομής.

Το διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 77 Διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

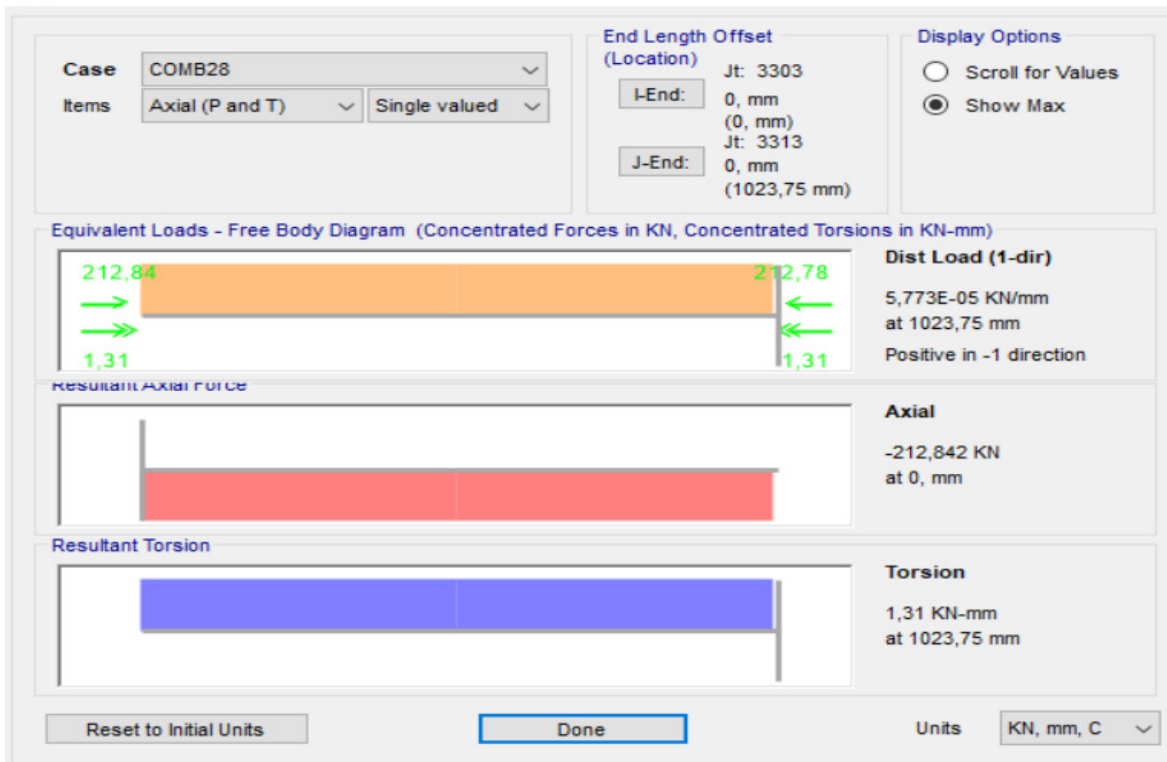
Το διάγραμμα κατανομής των τάσεων των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων φαίνεται παρακάτω:



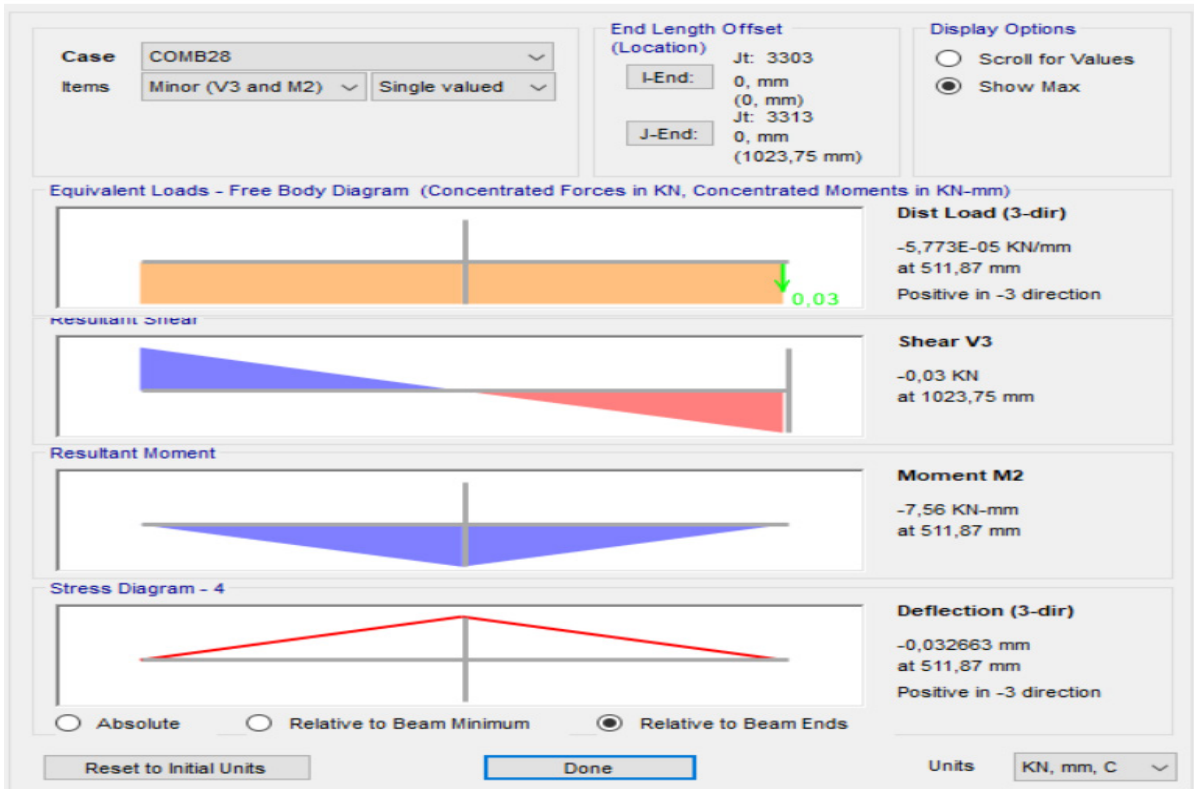
Εικόνα 78 Διάγραμμα κατανομής τάσεων των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

6.2.1.(δ).(1) Διαγράμματα - Πίνακες εντατικών μεγεθών ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

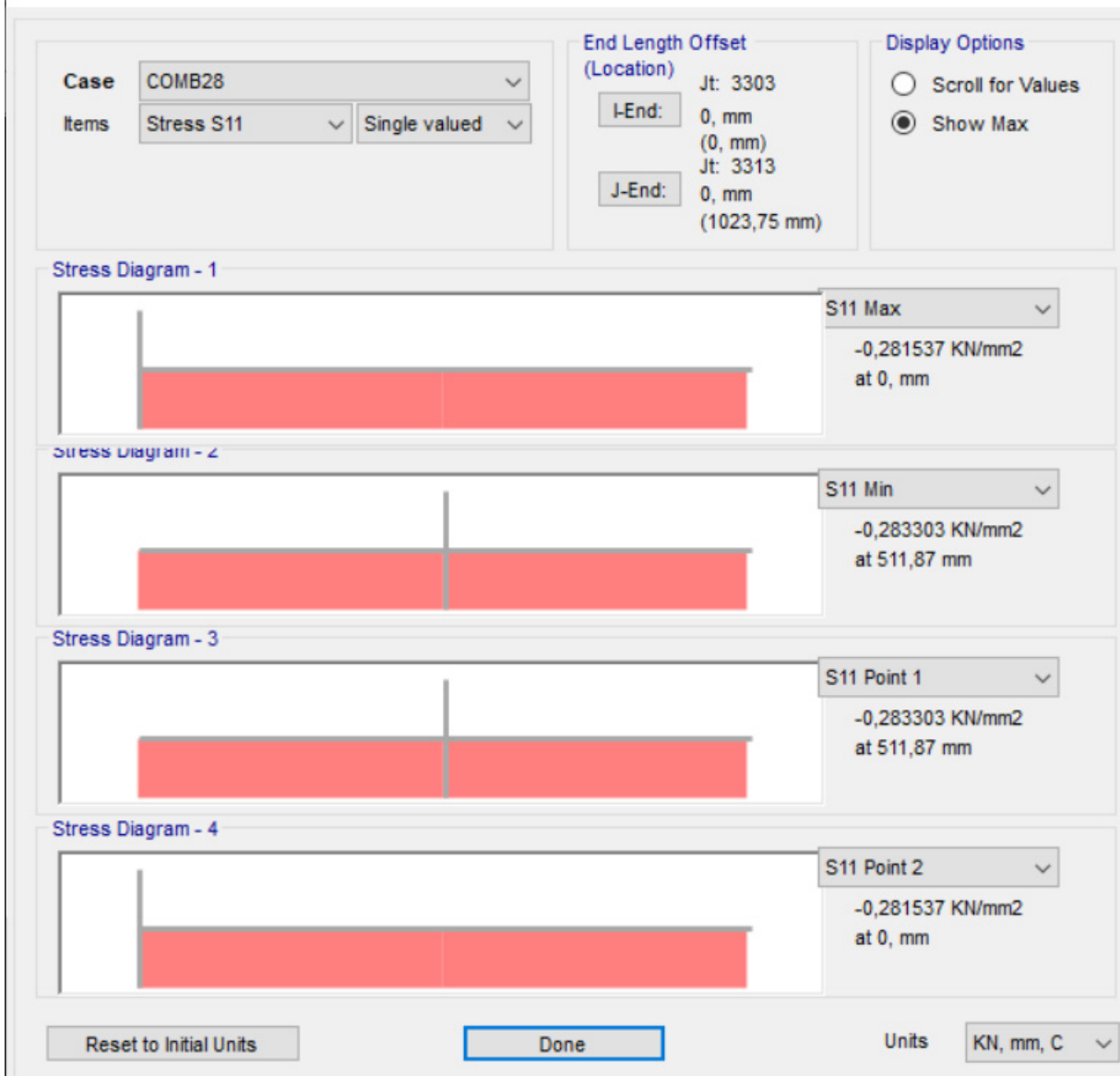
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων φαίνονται παρακάτω:



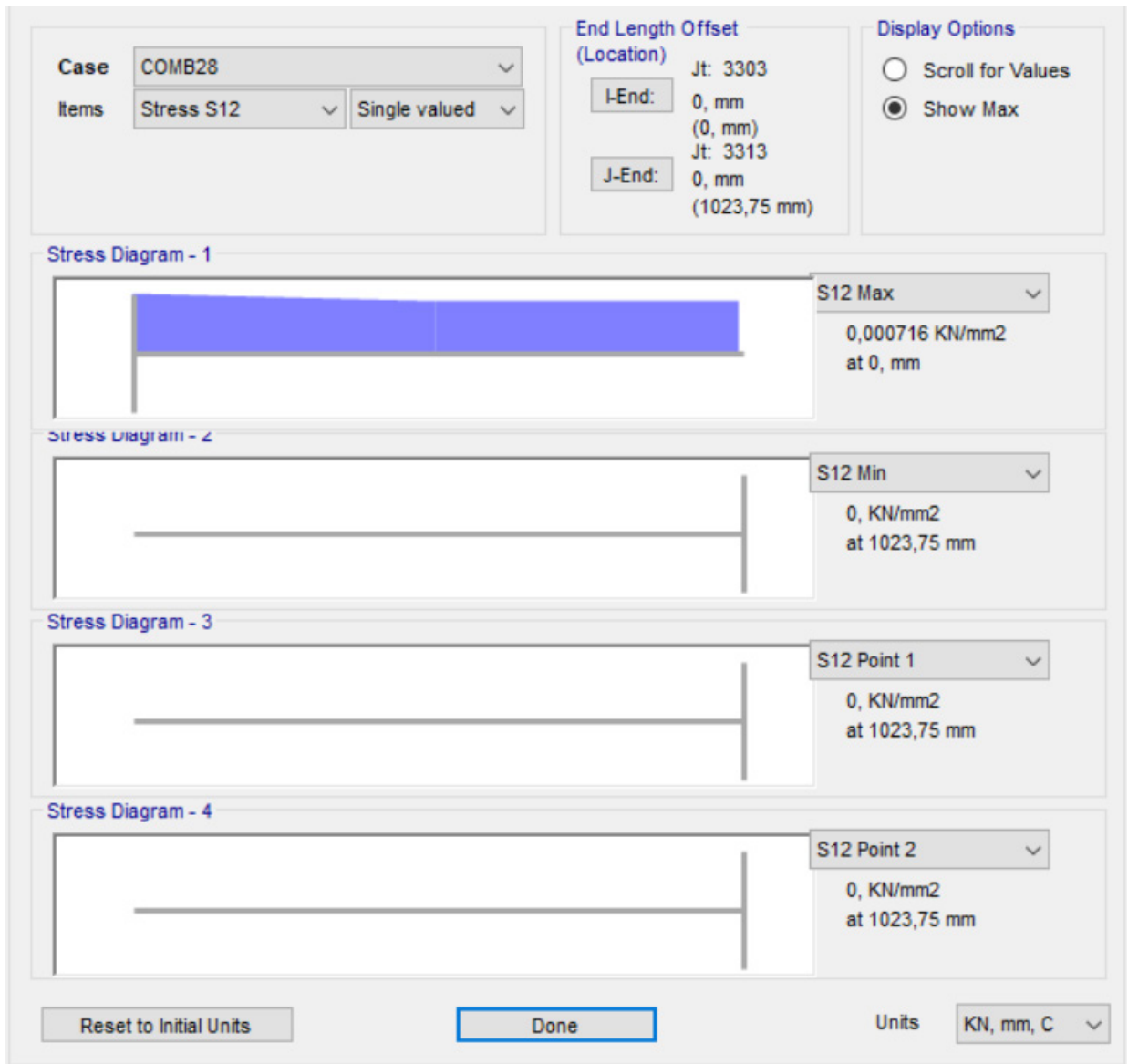
Εικόνα 79 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων



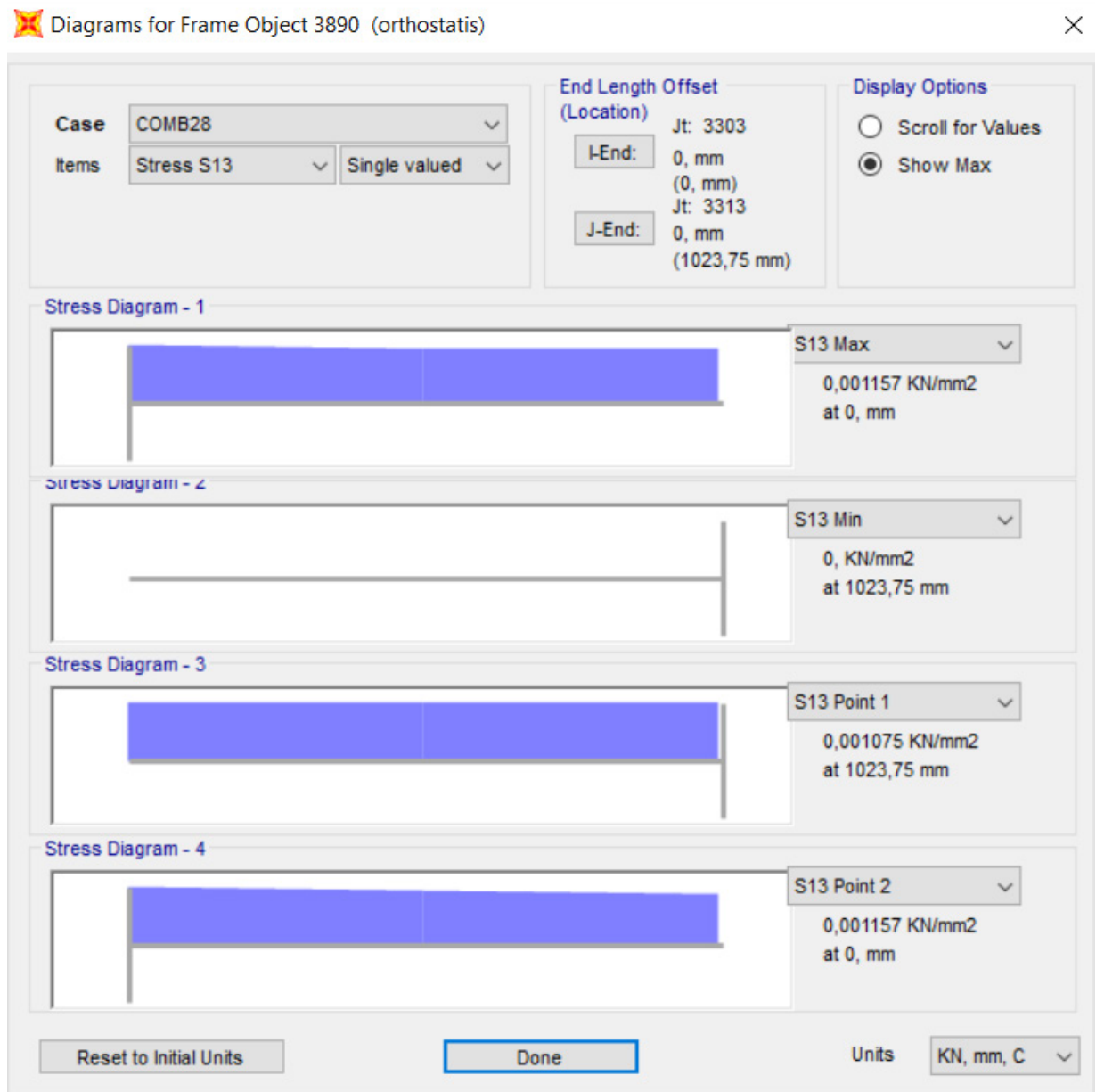
Εικόνα 80 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 81 Διάγραμμα τάσεων S11 ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 82 Διάγραμμα τάσεων S12 ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 83 Διάγραμμα τάσεων S13 ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

Στη συνέχεια παρατίθενται των εντατικών μεγεθών των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων:

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3890	0	COMB28	Combination	-212,842	-1,81E-18	0,03	1,31	0	0	3890-1	0
3890	511,87	COMB28	Combination	-212,813	0	-9,368E-18	1,31	-7,56	4,631E-16	3890-1	511,87
3890	1023,75	COMB28	Combination	-212,783	1,81E-18	-0,03	1,31	9,592E-15	0	3890-1	1023,75

Εικόνα 84 Εντατικά μεγέθη αρχικών ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

6.3.1. Αποτελέσματα μετατοπίσεων φορέα

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι ελάχιστες και οι μέγιστες μετατοπίσεις του φορέα για τους τέσσερις συνδυασμούς φόρτισης στους οποίους οφείλεται η αστοχία του φορέα δηλαδή COMP 16, COMP 22, COMP 28 και COMP 92:

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12689	COMB16	Combination	Min	-1,691805	-5,436443	0	-0,024714	-0,003968	-0,000929
12690	COMB16	Combination	Max	0,592089	-2,010922	0	-0,008855	-0,003735	0,002193
12690	COMB16	Combination	Min	-1,254067	-4,897201	0	-0,022246	-0,007946	0,000652
12691	COMB16	Combination	Max	2,082106	6,080458	0	0,026129	-0,004257	0,000999
12691	COMB16	Combination	Min	0,31703	2,735242	0	0,010425	-0,008573	0,000185
12692	COMB16	Combination	Max	0,903611	5,641643	0	0,023635	-0,003803	-0,000726
12692	COMB16	Combination	Min	-1,135556	2,593098	0,004769	0,009948	-0,008289	-0,002328
12693	COMB16	Combination	Max	1,778584	-2,225858	0,004769	-0,009551	-0,00448	-0,000397
12693	COMB16	Combination	Min	0,173088	-5,52145	0,008478	-0,02478	-0,008788	-0,001151
12694	COMB16	Combination	Max	2,003703	-2,216334	0,010413	-0,008705	-0,006116	0,002105
12694	COMB16	Combination	Min	0,497699	-5,108426	0,010993	-0,022133	-0,011934	0,000644
12695	COMB16	Combination	Max	2,513607	5,323626	0,010993	0,024027	-0,005425	0,001553
12695	COMB16	Combination	Min	1,245596	2,061177	0,011123	0,00853	-0,011037	0,00076
12696	COMB16	Combination	Max	2,308756	5,558464	0,21468	0,023408	-0,006013	-0,000805
12696	COMB16	Combination	Min	0,638774	2,498969	0,358451	0,009531	-0,012142	-0,002288
12697	COMB16	Combination	Max	2,248474	-1,758857	0,664304	-0,007983	-0,005682	-0,000867
12697	COMB16	Combination	Min	1,12163	-4,999094	0,70474	-0,022953	-0,011246	-0,001685
12698	COMB16	Combination	Max	2,088816	-2,191351	0,785936	-0,006521	-0,007252	0,001905
12698	COMB16	Combination	Min	1,087694	-4,99038	0,785936	-0,018923	-0,014063	0,000325
12699	COMB16	Combination	Max	0,457531	1,444899	0,787192	0,007865	-0,005487	0,00104
12699	COMB16	Combination	Min	0,270407	-0,284061	0,787192	-0,000603	-0,012722	-0,002088
12700	COMB16	Combination	Max	2,328597	5,221467	0,78977	0,019785	-0,00701	-0,000458
12700	COMB16	Combination	Min	1,199774	2,378411	0,892243	0,006948	-0,014053	-0,002045
12701	COMB16	Combination	Max	0,414276	0,321155	0,999724	0,000747	-0,005733	0,001868
12701	COMB16	Combination	Min	0,250767	-1,362695	1,080721	-0,007227	-0,012794	-0,001175

Εικόνα 85 Ελάχιστη μετατόπιση φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB16	Combination	Max	5,239229	-1,634054	-185,387799	-0,008153	-0,005879	-0,000255
1	COMB16	Combination	Min	5,044939	-1,759982	-180,612076	-0,00827	-0,006947	-0,000277
2	COMB16	Combination	Max	5,462228	-1,498827	-174,951477	-0,007717	-0,005965	-0,000219
2	COMB16	Combination	Min	5,301436	-1,626079	-161,182878	-0,007836	-0,007094	-0,000232
3	COMB16	Combination	Max	4,956542	-1,716255	-146,905485	-0,008325	-0,005781	-0,000313
3	COMB16	Combination	Min	4,714668	-1,840516	-142,040983	-0,008435	-0,006761	-0,000342
4	COMB16	Combination	Max	-4,585746	-1,579207	-138,371959	-0,007858	0,013868	0,000856
4	COMB16	Combination	Min	-8,086341	-4,626791	-138,035603	-0,023102	0,006341	-0,000138
5	COMB16	Combination	Max	5,888603	-1,985991	-137,256918	-0,008369	-0,006261	-0,000475
5	COMB16	Combination	Min	5,810196	-2,315933	-137,003595	-0,00906	-0,007874	-0,000503
6	COMB16	Combination	Max	-4,631497	-1,448531	-136,84	-0,007436	0,014789	0,0008
6	COMB16	Combination	Min	-8,707092	-4,416403	-136,69244	-0,022291	0,005888	-0,000164
7	COMB16	Combination	Max	5,031403	-2,043521	-136,453258	-0,008372	-0,005437	-0,000448
7	COMB16	Combination	Min	4,954166	-2,373286	-136,365981	-0,009064	-0,007011	-0,000475
8	COMB16	Combination	Max	5,806606	-1,068926	-135,43372	-0,005895	-0,00625	-0,000226
8	COMB16	Combination	Min	5,671058	-1,197229	-135,03815	-0,006014	-0,007427	-0,000236
9	COMB16	Combination	Max	5,951185	-0,818009	-134,991217	-0,0049	-0,006406	-0,000208
9	COMB16	Combination	Min	5,822039	-0,945943	-134,231446	-0,005016	-0,007607	-0,000218
10	COMB16	Combination	Max	5,625767	-1,286608	-133,722435	-0,006733	-0,006054	-0,000231
10	COMB16	Combination	Min	5,480484	-1,414749	-132,779946	-0,006851	-0,007204	-0,00024
11	COMB16	Combination	Max	6,724631	-0,982795	-132,399141	-0,00467	-0,00753	-0,000331
11	COMB16	Combination	Min	6,642602	-1,174397	-131,997677	-0,004937	-0,009156	-0,000359
12	COMB16	Combination	Max	6,209369	-1,046123	-131,704585	-0,004679	-0,006719	-0,000409
12	COMB16	Combination	Min	6,127025	-1,237183	-131,581475	-0,004947	-0,008346	-0,000437
13	COMB16	Combination	Max	6,110926	-0,197603	-131,179572	-0,002085	-0,006613	-0,000113
13	COMB16	Combination	Min	5,988065	-0,323352	-131,113516	-0,002187	-0,007835	-0,000127

Εικόνα 86 Μέγιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτιση COMP 16

12690	COMB22	Combination	Max	-1,565651	-1,394167	0	-0,011941	-0,005488	0,002588
12690	COMB22	Combination	Min	-3,411808	-4,280446	0	-0,025332	-0,009699	0,001047
12691	COMB22	Combination	Max	0,274509	6,195062	0	0,029935	-0,006819	0,000327
12691	COMB22	Combination	Min	-1,490567	2,849846	0	0,014232	-0,011135	-0,000487
12692	COMB22	Combination	Max	-1,29755	5,451914	0	0,026974	-0,005488	-0,001126
12692	COMB22	Combination	Min	-3,336717	2,403369	0,026262	0,013287	-0,009974	-0,002727
12693	COMB22	Combination	Max	0,004199	-2,039235	0,135999	-0,013123	-0,007226	0,000248
12693	COMB22	Combination	Min	-1,601297	-5,334828	0,135999	-0,028352	-0,011533	-0,000506
12694	COMB22	Combination	Max	0,381181	-1,473693	0,139933	-0,011952	-0,010061	0,002676
12694	COMB22	Combination	Min	-1,124823	-4,365785	0,139933	-0,02538	-0,015879	0,001215
12695	COMB22	Combination	Max	1,414236	5,583549	0,154903	0,02793	-0,011133	0,00022
12695	COMB22	Combination	Min	0,146224	2,3211	0,196057	0,012434	-0,016746	-0,000574
12696	COMB22	Combination	Max	0,657004	5,099468	0,219798	0,026874	-0,009828	-0,001418
12696	COMB22	Combination	Min	-1,012978	2,039973	0,238314	0,012998	-0,015957	-0,002901
12697	COMB22	Combination	Max	1,165625	-1,856206	0,238314	-0,011745	-0,011616	0,000434
12697	COMB22	Combination	Min	0,038781	-5,096443	0,243289	-0,026715	-0,01718	-0,000384
12698	COMB22	Combination	Max	1,221552	-1,298484	0,243289	-0,009803	-0,013504	0,002803
12698	COMB22	Combination	Min	0,22043	-4,097514	0,245943	-0,022205	-0,020315	0,001224
12699	COMB22	Combination	Max	0,344778	1,780335	0,254201	0,011254	-0,014532	0,000003088
12699	COMB22	Combination	Min	0,157654	0,051375	0,445853	0,002786	-0,021766	-0,003125
12700	COMB22	Combination	Max	1,449264	4,469789	0,484322	0,023191	-0,013046	-0,001398
12700	COMB22	Combination	Min	0,320442	1,626732	0,676236	0,010354	-0,020089	-0,002985
12701	COMB22	Combination	Max	0,302808	0,001642	0,687901	-0,002626	-0,015043	0,002854
12701	COMB22	Combination	Min	0,139298	-1,682207	1,014169	-0,0106	-0,022105	-0,00015

Εικόνα 87 Ελάχιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB22	Combination	Max	4,708696	-1,258138	-220,359182	-0,011059	-0,00883	-0,000263
1	COMB22	Combination	Min	4,514405	-1,384066	-211,678517	-0,011176	-0,009898	-0,000286
2	COMB22	Combination	Max	4,711773	-1,181778	-209,481058	-0,010437	-0,008736	-0,000269
2	COMB22	Combination	Min	4,550981	-1,30903	-185,303192	-0,010556	-0,009865	-0,000282
3	COMB22	Combination	Max	4,764076	-1,258791	-177,047455	-0,011319	-0,009092	-0,000211
3	COMB22	Combination	Min	4,522203	-1,383052	-175,682777	-0,011429	-0,010071	-0,00024
4	COMB22	Combination	Max	-4,060981	-1,210907	-172,155955	-0,010823	0,016824	0,000868
4	COMB22	Combination	Min	-7,561576	-4,25849	-171,880215	-0,026066	0,009296	-0,000126
5	COMB22	Combination	Max	4,189402	-1,883882	-171,63117	-0,010689	-0,008121	-0,00074
5	COMB22	Combination	Min	4,110994	-2,213824	-171,328193	-0,01138	-0,009734	-0,000767
6	COMB22	Combination	Max	-3,88978	-1,137317	-170,936548	-0,010206	0,017571	0,000853
6	COMB22	Combination	Min	-7,965374	-4,105188	-170,394712	-0,025061	0,00867	-0,000111
7	COMB22	Combination	Max	3,492742	-1,740177	-170,111525	-0,010696	-0,006735	-0,000772
7	COMB22	Combination	Min	3,415504	-2,069942	-169,914831	-0,011388	-0,008309	-0,000799
8	COMB22	Combination	Max	4,849116	-0,801037	-169,664257	-0,007934	-0,009029	-0,00029
8	COMB22	Combination	Min	4,713568	-0,929339	-169,547267	-0,008053	-0,010206	-0,000299
9	COMB22	Combination	Max	4,932205	-0,563126	-168,355556	-0,006557	-0,009169	-0,000292
9	COMB22	Combination	Min	4,803058	-0,69106	-167,425222	-0,006674	-0,01037	-0,000302
10	COMB22	Combination	Max	4,775733	-0,992827	-167,233387	-0,009098	-0,008908	-0,000272
10	COMB22	Combination	Min	4,630451	-1,120969	-167,00134	-0,009216	-0,010058	-0,000281
11	COMB22	Combination	Max	4,947146	-0,830668	-166,672484	-0,005953	-0,009934	-0,000517
11	COMB22	Combination	Min	4,865117	-1,022271	-166,14358	-0,00622	-0,011559	-0,000545
12	COMB22	Combination	Max	4,419892	-0,687445	-166,067477	-0,005967	-0,00871	-0,000647
12	COMB22	Combination	Min	4,337547	-0,878505	-165,511472	-0,006235	-0,010337	-0,000676
13	COMB22	Combination	Max	5,051937	0,079118	-163,500387	-0,002725	-0,009453	-0,000167
13	COMB22	Combination	Min	4,929076	-0,046631	-163,486119	-0,002828	-0,010675	-0,000181

Εικόνα 88 Μέγιστη μετατόπιση φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12679	COMB28	Combination	-5,590998	3,878595	0	0,016374	0,007124	0,000752
12680	COMB28	Combination	-5,952401	3,567469	0	0,014759	0,006753	-0,001212
12681	COMB28	Combination	-5,689677	-2,457518	0	-0,01496	0,007284	-0,000771
12682	COMB28	Combination	-5,425311	-2,299865	0	-0,013602	0,003682	0,001196
12683	COMB28	Combination	-4,044166	3,866037	0	0,016515	0,003127	0,0005
12684	COMB28	Combination	-5,3293	3,721221	0	0,015067	0,003346	-0,001113
12685	COMB28	Combination	-4,14409	-2,486526	0	-0,014701	0,002833	-0,000809
12686	COMB28	Combination	-3,812116	-2,522384	0	-0,013931	-0,000103	0,000688
12687	COMB28	Combination	-1,954621	3,81206	0	0,01679	-0,002027	0,000417
12688	COMB28	Combination	-3,609108	3,532526	0	0,015268	-0,001249	-0,001372
12689	COMB28	Combination	-2,146574	-2,80134	0	-0,015215	-0,002056	-0,000369
12690	COMB28	Combination	-1,683564	-2,435665	0	-0,013849	-0,006149	0,00124
12691	COMB28	Combination	-0,003123	3,730868	0	0,016785	-0,007165	0,000173
12692	COMB28	Combination	-1,488484	3,410754	0	0,015423	-0,006198	-0,001331
12693	COMB28	Combination	-0,18642	-2,975665	0	-0,015403	-0,007587	-0,00036
12694	COMB28	Combination	0,164069	-2,562796	0,091755	-0,01382	-0,010543	0,001291
12695	COMB28	Combination	1,089911	2,989816	0,094539	0,01417	-0,010716	0,000358
12696	COMB28	Combination	0,34871	3,199646	0,09876	0,015108	-0,010345	-0,001466
12697	COMB28	Combination	0,940849	-2,579679	0,100115	-0,013336	-0,011227	-0,000539
12698	COMB28	Combination	0,997717	-2,345494	0,597847	-0,011055	-0,013431	0,00119
12699	COMB28	Combination	0,275343	0,159757	0,601204	0,00223	-0,012958	-0,000049
12700	COMB28	Combination	1,133848	2,649884	0,608132	0,011743	-0,012951	-0,001332
12701	COMB28	Combination	0,251137	-0,100974	0,612403	-0,002052	-0,013498	-0,000147

Εικόνα 89 Ελάχιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 28

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB28	Combination	6,16354	-2,026488	-110,874209	-0,01255	-0,010823	-0,00036
2	COMB28	Combination	6,353879	-1,888941	-110,855266	-0,011858	-0,010903	-0,000334
3	COMB28	Combination	5,954589	-2,079962	-110,850265	-0,012832	-0,010808	-0,000376
4	COMB28	Combination	-6,170541	-2,034869	-110,679707	-0,012656	0,010856	0,00037
5	COMB28	Combination	6,413434	-2,776174	-110,668129	-0,012757	-0,011283	-0,000796
6	COMB28	Combination	-6,366757	-1,894102	-110,65308	-0,011949	0,010948	0,000344
7	COMB28	Combination	5,397313	-2,721697	-110,620115	-0,012763	-0,009837	-0,0008
8	COMB28	Combination	6,69972	-1,361321	-110,444934	-0,009041	-0,011351	-0,00034
9	COMB28	Combination	6,855855	-1,042714	-109,334948	-0,007495	-0,011568	-0,000329
10	COMB28	Combination	6,522123	-1,628041	-109,318784	-0,010342	-0,011106	-0,000333
11	COMB28	Combination	7,453903	-1,361224	-109,299771	-0,007064	-0,013268	-0,000558
12	COMB28	Combination	6,774965	-1,308574	-109,04704	-0,007079	-0,011966	-0,000694
13	COMB28	Combination	7,045158	-0,219487	-108,484582	-0,003159	-0,011903	-0,000186
14	COMB28	Combination	7,09919	0,182619	-108,458436	-0,001231	-0,011964	-0,000183
15	COMB28	Combination	6,967624	-0,60357	-108,42755	-0,005004	-0,011776	-0,000184
16	COMB28	Combination	7,646889	-0,253899	-108,298979	-0,002239	-0,013689	-0,000424
17	COMB28	Combination	7,064665	1,087131	-108,294584	0,003521	-0,011855	0,000007589
18	COMB28	Combination	6,998126	1,475483	-108,291226	0,00538	-0,011681	0,000006168
19	COMB28	Combination	7,107622	0,682914	-108,273606	0,001587	-0,01196	0,000005665
20	COMB28	Combination	7,760425	0,675877	-108,264196	0,002539	-0,013802	0,000089
21	COMB28	Combination	6,74029	2,247955	-108,231537	0,009468	-0,011119	0,000181
22	COMB28	Combination	6,559469	2,525306	-108,108652	0,010807	-0,010754	0,000177
23	COMB28	Combination	-5,954582	-2,091481	-108,099448	-0,012953	0,010828	0,000387
24	COMB28	Combination	-6,429373	-2,774633	-107,997674	-0,012795	0,011336	0,000804
25	COMB28	Combination	-5,403447	-2,719833	-107,973695	-0,012801	0,009873	0,00081
26	COMB28	Combination	6,897096	1,920767	-107,962195	0,007892	-0,011434	0,000173

Εικόνα 90 Μέγιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 28

TABLE: Joint Displacements

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB92	Combination	Max	6,262509	-2,120458	-143,427312	-0,009152	-0,006934	-0,000311
1	COMB92	Combination	Min	6,145934	-2,196015	-139,667525	-0,009222	-0,007575	-0,000321
2	COMB92	Combination	Max	6,601674	-1,944213	-134,036094	-0,008669	-0,007119	-0,000251
2	COMB92	Combination	Min	6,505199	-2,020564	-123,474757	-0,00874	-0,007797	-0,000261
3	COMB92	Combination	Max	5,815969	-2,23805	-117,481508	-0,009339	-0,006675	-0,000411
3	COMB92	Combination	Min	5,670845	-2,312606	-114,972483	-0,009405	-0,007263	-0,000431
4	COMB92	Combination	Max	-5,87056	-2,087393	-114,830008	-0,008993	0,011741	0,000671
4	COMB92	Combination	Min	-7,970917	-3,915943	-113,746273	-0,018139	0,007224	0,000081
5	COMB92	Combination	Max	7,393211	-2,527922	-113,711798	-0,009676	-0,007965	-0,000511
5	COMB92	Combination	Min	7,346167	-2,725887	-113,650813	-0,010091	-0,008932	-0,000521
6	COMB92	Combination	Max	-6,104508	-1,91334	-113,245453	-0,008516	0,012429	0,000611
6	COMB92	Combination	Min	-8,549865	-3,694063	-113,035152	-0,017429	0,007088	0,000031
7	COMB92	Combination	Max	6,323573	-2,644565	-112,912375	-0,009678	-0,007099	-0,000461
7	COMB92	Combination	Min	6,27723	-2,842424	-112,700917	-0,010093	-0,008043	-0,000481
8	COMB92	Combination	Max	7,078721	-1,415734	-111,779079	-0,006635	-0,007496	-0,000251
8	COMB92	Combination	Min	6,997392	-1,492715	-111,745079	-0,006706	-0,008202	-0,000261
9	COMB92	Combination	Max	7,270473	-1,11071	-111,692012	-0,005525	-0,007699	-0,000231
9	COMB92	Combination	Min	7,192985	-1,18747	-111,678259	-0,005595	-0,008419	-0,000231
10	COMB92	Combination	Max	6,830791	-1,683667	-110,095688	-0,007567	-0,007224	-0,000271
10	COMB92	Combination	Min	6,743622	-1,760552	-109,897954	-0,007638	-0,007914	-0,000271
11	COMB92	Combination	Max	8,417557	-1,300362	-109,865199	-0,005384	-0,009356	-0,000351
11	COMB92	Combination	Min	8,36834	-1,415324	-109,789837	-0,005544	-0,010331	-0,000371
12	COMB92	Combination	Max	7,800881	-1,42408	-109,675268	-0,005394	-0,008487	-0,000431
12	COMB92	Combination	Min	7,751475	-1,538717	-109,514476	-0,005554	-0,009463	-0,000451
13	COMB92	Combination	Max	7,475181	-0,368948	-109,110191	-0,002372	-0,007936	-0,000121
13	COMB92	Combination	Min	7,401465	-0,444397	-108,934995	-0,002433	-0,00867	-0,000131

Εικόνα 91 Μέγιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 92

TABLE: Joint Displacements

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12689	COMB92	Combination	Min	-0,798081	-4,75412	0	-0,020057	-0,003316	-0,000829
12690	COMB92	Combination	Max	0,732515	-2,663366	0,007568	-0,010076	-0,00414	0,00168
12690	COMB92	Combination	Min	-0,375179	-4,395133	0,012852	-0,018111	-0,006666	0,000756
12691	COMB92	Combination	Max	2,211981	5,313496	0,012852	0,021416	-0,004481	0,001039
12691	COMB92	Combination	Min	1,152936	3,306366	0,015228	0,011994	-0,007071	0,00055
12692	COMB92	Combination	Max	1,032456	5,063561	0,019296	0,019537	-0,004239	-0,00084
12692	COMB92	Combination	Min	-0,191044	3,234434	0,019585	0,011325	-0,00693	-0,001801
12693	COMB92	Combination	Max	1,927959	-2,813156	0,019585	-0,010956	-0,004712	-0,000749
12693	COMB92	Combination	Min	0,964661	-4,790512	0,019722	-0,020093	-0,007297	-0,001202
12694	COMB92	Combination	Max	2,143233	-2,912376	0,035277	-0,009888	-0,006419	0,001557
12694	COMB92	Combination	Min	1,23963	-4,647631	0,036629	-0,017945	-0,00991	0,000681
12695	COMB92	Combination	Max	2,595527	4,439903	0,055436	0,018894	-0,005137	0,001809
12695	COMB92	Combination	Min	1,83472	2,482434	0,056137	0,009597	-0,008504	0,001332
12696	COMB92	Combination	Max	2,426624	5,060125	0,069098	0,019187	-0,006334	-0,000836
12696	COMB92	Combination	Min	1,424635	3,224428	0,081839	0,010861	-0,010011	-0,001725
12697	COMB92	Combination	Max	2,359322	-2,198514	0,084232	-0,008958	-0,005406	-0,001463
12697	COMB92	Combination	Min	1,683215	-4,142656	0,116417	-0,01794	-0,008745	-0,001954
12698	COMB92	Combination	Max	2,174795	-2,876649	1,019456	-0,00728	-0,007196	0,001216
12698	COMB92	Combination	Min	1,574122	-4,556066	1,09407	-0,014721	-0,011283	0,000269
12699	COMB92	Combination	Max	0,461246	0,762844	1,09407	0,003945	-0,004421	0,001152
12699	COMB92	Combination	Min	0,348972	-0,274532	1,094943	-0,001136	-0,008762	-0,000724
12700	COMB92	Combination	Max	2,387478	4,75993	1,094943	0,015491	-0,006943	-0,000391
12700	COMB92	Combination	Min	1,710185	3,054096	1,095011	0,007788	-0,011169	-0,001344
12701	COMB92	Combination	Max	0,423528	0,315442	1,15622	0,001296	-0,004677	0,00053
12701	COMB92	Combination	Min	0,325423	-0,694868	1,269582	-0,003488	-0,008914	-0,001297

Εικόνα 92 Ελάχιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ

7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο η υπόψη γέφυρα με το συνδυασμό φορτίσεων που επιβάλλαμε αστοχεί, γεγονός που έχει ως συνέπεια την απαίτηση επέμβασης προκειμένου τα μέλη της να είναι ικανά να ικανοποιούν τις συνθήκες φορτίσεις που τους επιβάλλονται.

Οι προτεινόμενες λύσεις που δύνανται να εφαρμοσθούν είναι οι παρακάτω:

α. Αντικατάσταση των μελών της γέφυρας που αστοχούν από αντίστοιχα με διαφορετικά αδρανειακά χαρακτηριστικά ούτως ώστε να ικανοποιούν τις καταπονήσεις που δέχεται ο φορέας της γέφυρας.

β. Ενίσχυση των διατομών που αστοχούν με συγκόλληση κατάλληλων ελασμάτων προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή τους, χωρίς όμως να επηρεάζεται η λειτουργικότητα της γέφυρας.

Από τις παραπάνω ενδεικτικές λύσεις η πρώτη που αφορά στην αντικατάσταση αστοχούντων μελών από αντίστοιχα με διαφορετικά αδρανειακά χαρακτηριστικά θα μας οδηγούσε στον εκ νέου σχεδιασμό του φορέα της γέφυρας με διαφορετικά υλικά και ίσως με διαφορετική φιλοσοφία κατασκευής και συναρμολόγησης εκφεύγοντας εντελώς του ήδη διατιθέμενου υλικού. Συνεπώς η λύση της συγκόλλησης κατάλληλων ελασμάτων προκρίνεται καθότι κρίνεται ποιο οικονομικός αλλά και περισσότερο πρακτικός.

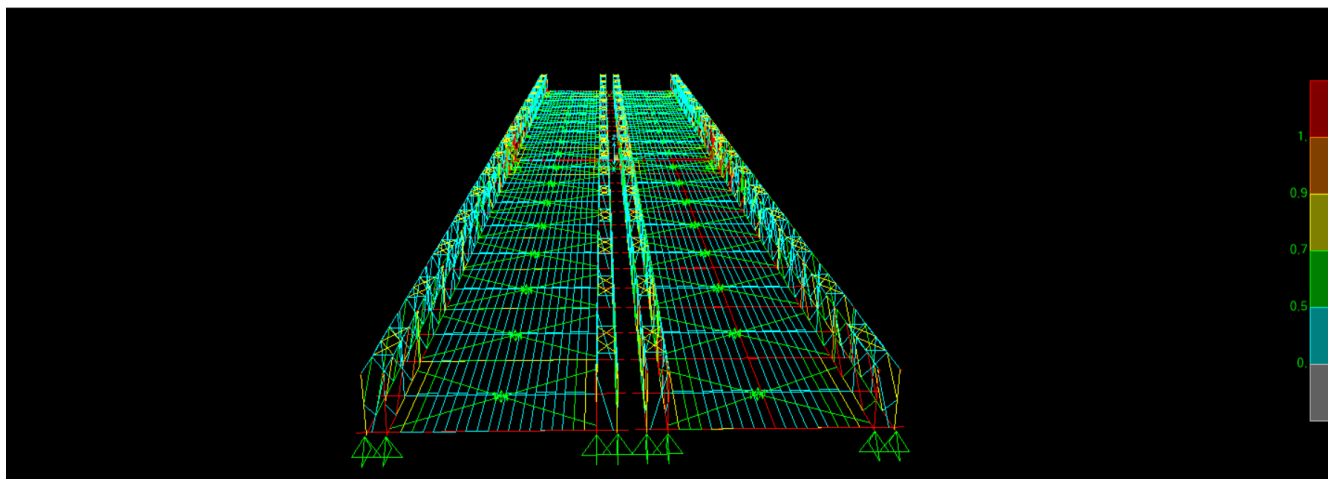
7.2 Ενισχυμένες διατομές.

Προκειμένου να διαπιστωθεί η απαραίτητη ενίσχυση των διατομών πραγματοποιήθηκαν μέσω του λογισμικού SAP 2000 δοκιμές, με τις οποίες ενισχύονταν σε κατάλληλα σημεία αυτές και στη συνέχεια ελεγχόταν η επάρκεια της γέφυρας.

Η ενίσχυση πραγματοποιήθηκε βασιζόμενη στα αδρανειακά χαρακτηριστικά τα οποία απαιτούνταν να βελτιωθούν σύμφωνα με το αίτιο που προκαλούσε την αστοχία, π.χ. αύξηση εμβαδού διάτμησης, ύψους διατομής, πλάτους διατομής κ.λ.π. Επιπλέον

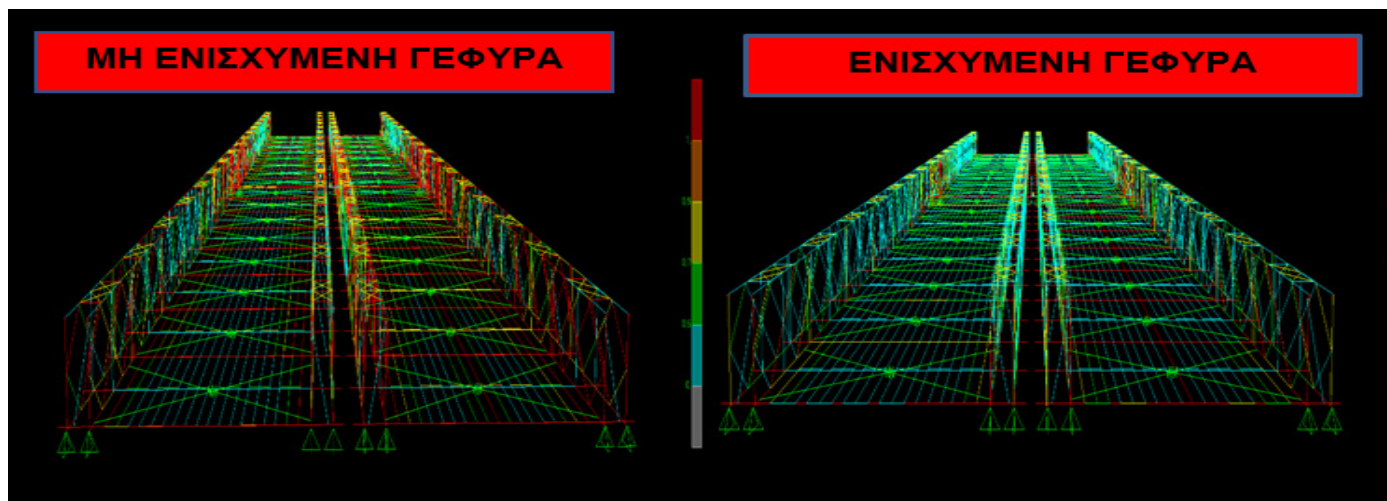
πραγματοποιήθηκε θεωρώντας ότι αυτή υλοποιείται με συγκόλληση κατάλληλων ελασμάτων προκειμένου να εξασφαλισθεί η μονολιθικότητα της διατομής. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι δεν μελετήθηκε ο τρόπος συγκόλλησης αλλά και ούτε η αντοχή των συγκολλήσεων, καθότι μπορεί να αποτελέσει ξεχωριστό αντικείμενο προς διερεύνηση.

Η φορτισμένη κατάσταση της ενισχυμένης γέφυρας φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 93 Φορτισμένη κατάσταση της ενισχυμένης γέφυρας

Συγκρίνοντας παρακάτω την φορτισμένη κατάσταση της ενισχυμένης γέφυρας με την φορτισμένη κατάσταση του αρχικού φορέα (μη ενισχυμένος) είναι φανερή η βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του πλείστου των διατομών της γέφυρας

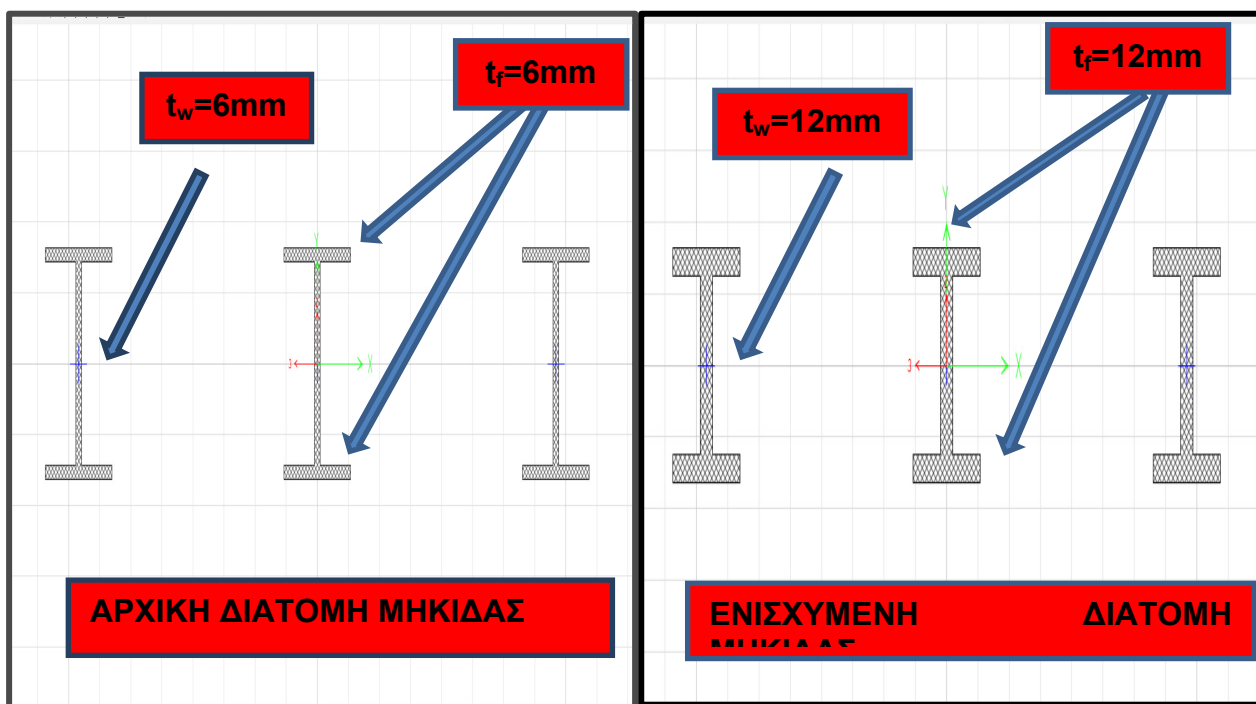


Εικόνα 94 Συγκριτικό μοντέλο μη ενισχυμένης και ενισχυμένης γέφυρας

Η ενίσχυση που επιλέχθηκε και εφαρμόστηκε στις διατομές που αστοχούν, αναλύεται παρακάτω:

7.2.(α). Ενισχυμένες Μηκίδες

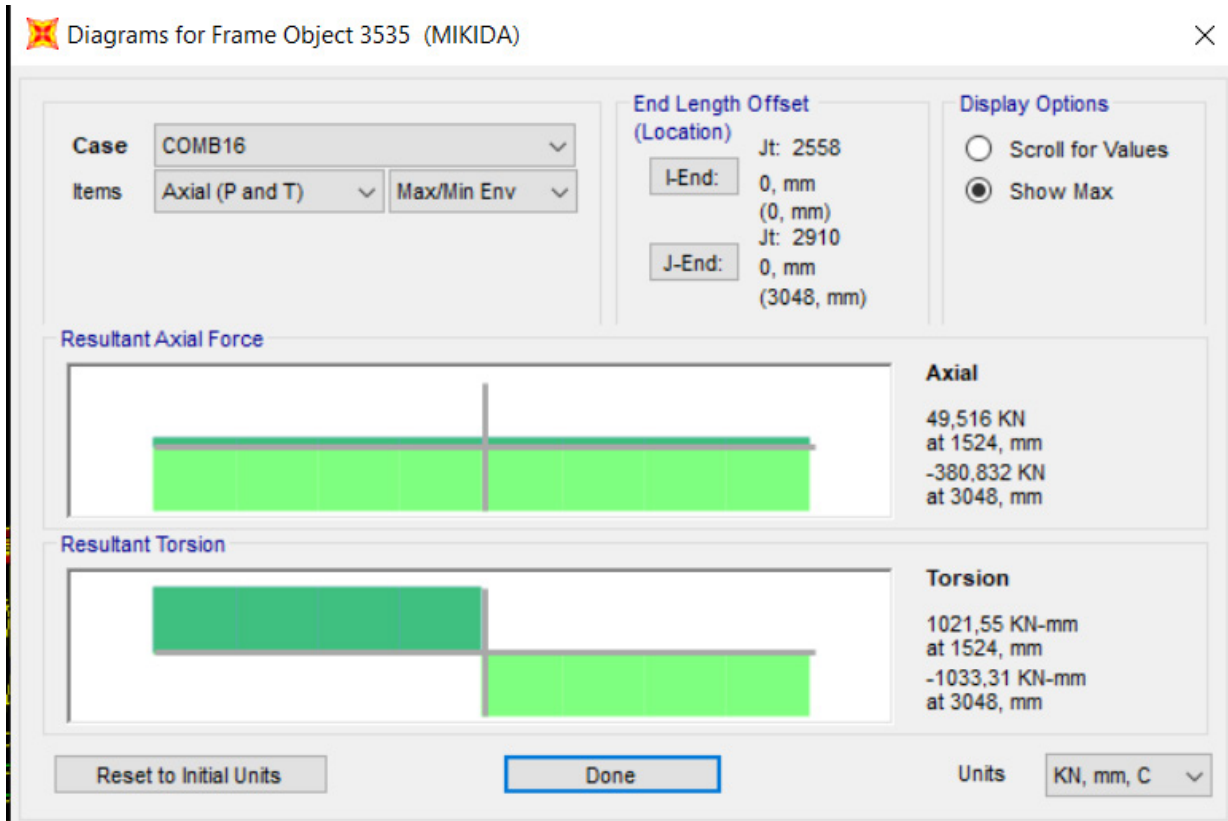
Οι συγκολλήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις μηκίδες αφορούν σε ελάσματα που αυξάνουν το πάχος των δύο πελμάτων και του κορμού της διατομής από 6mm σε 12mm όπως φαίνεται παρακάτω:



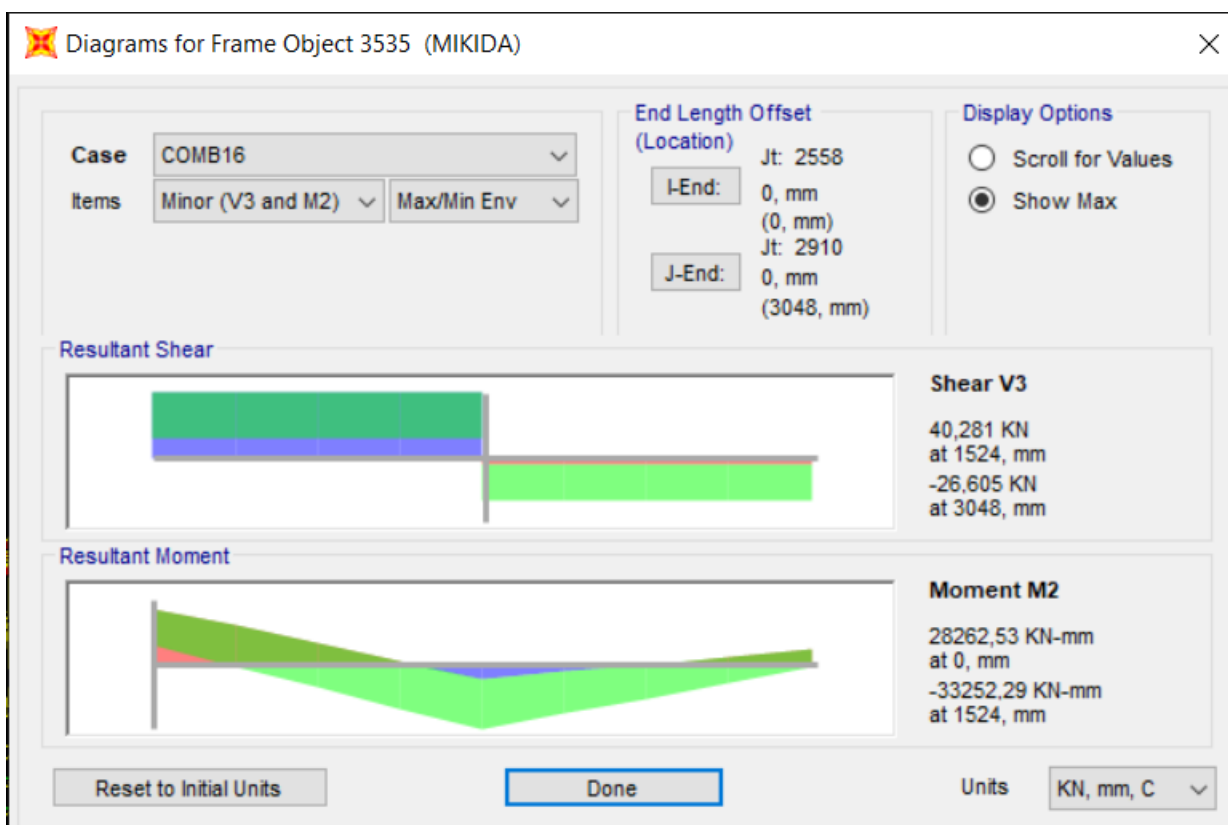
Εικόνα 95 Αύξηση διαστάσεων πελμάτων και κορμού της διατομής μηκίδας

7.2.(α). (1) Διαγράμματα – Πίνακες εντατικών μεγεθών ενισχυμένων μηκίδων

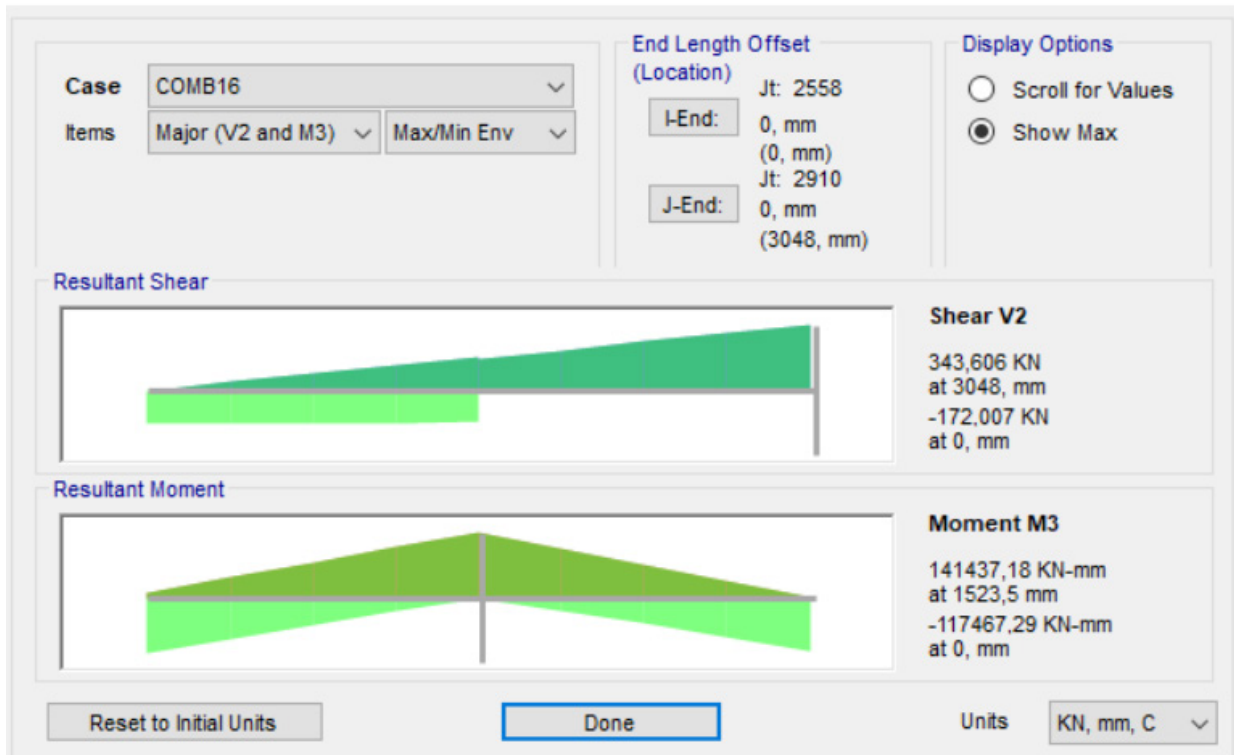
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών στην ενισχυμένη μηκίδα φαίνονται παρακάτω:



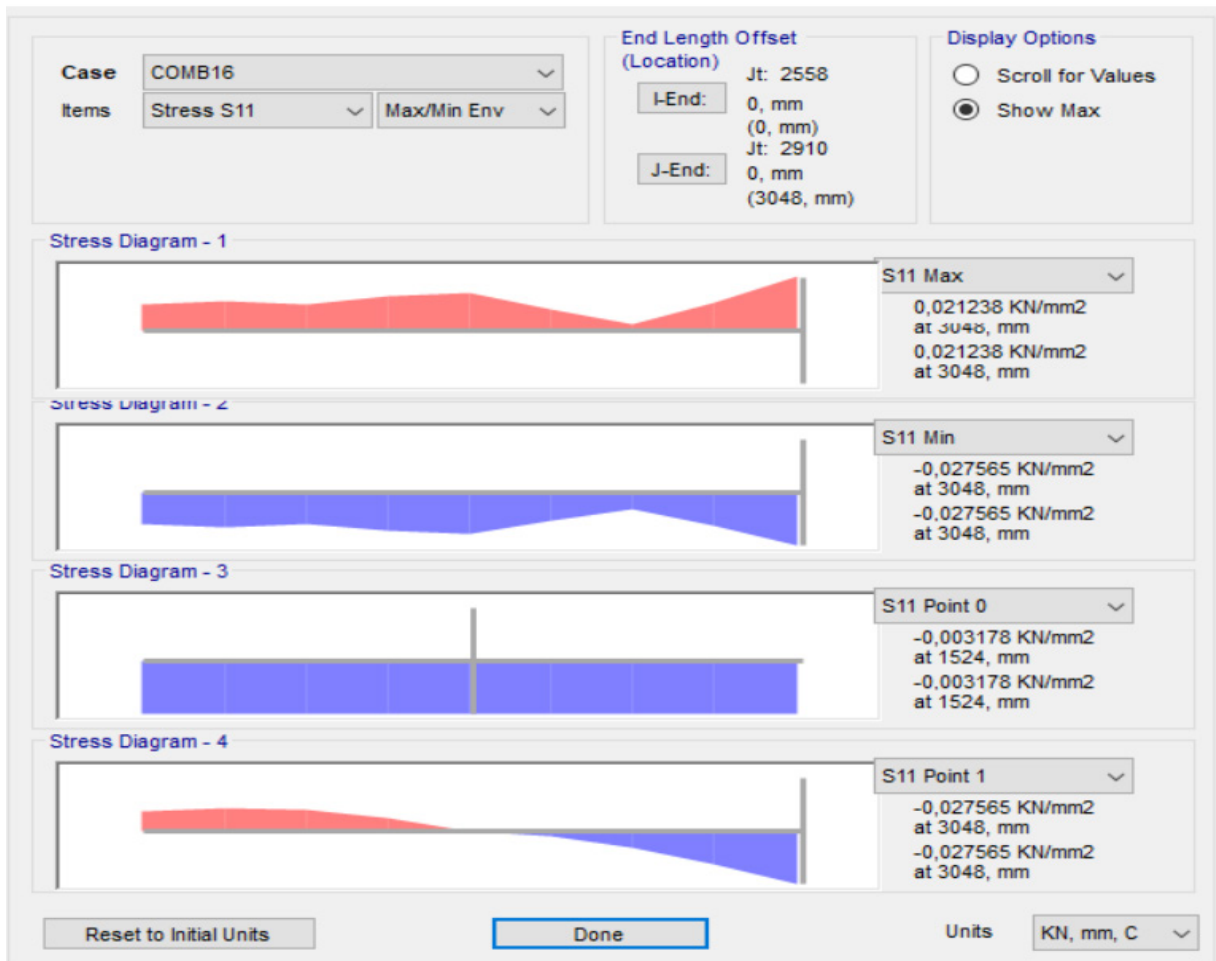
Εικόνα 96 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ενισχυμένων μηκίδων



Εικόνα 97 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων μηκίδων



Εικόνα 98 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων μηκίδων



Εικόνα 99 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων μηκίδων

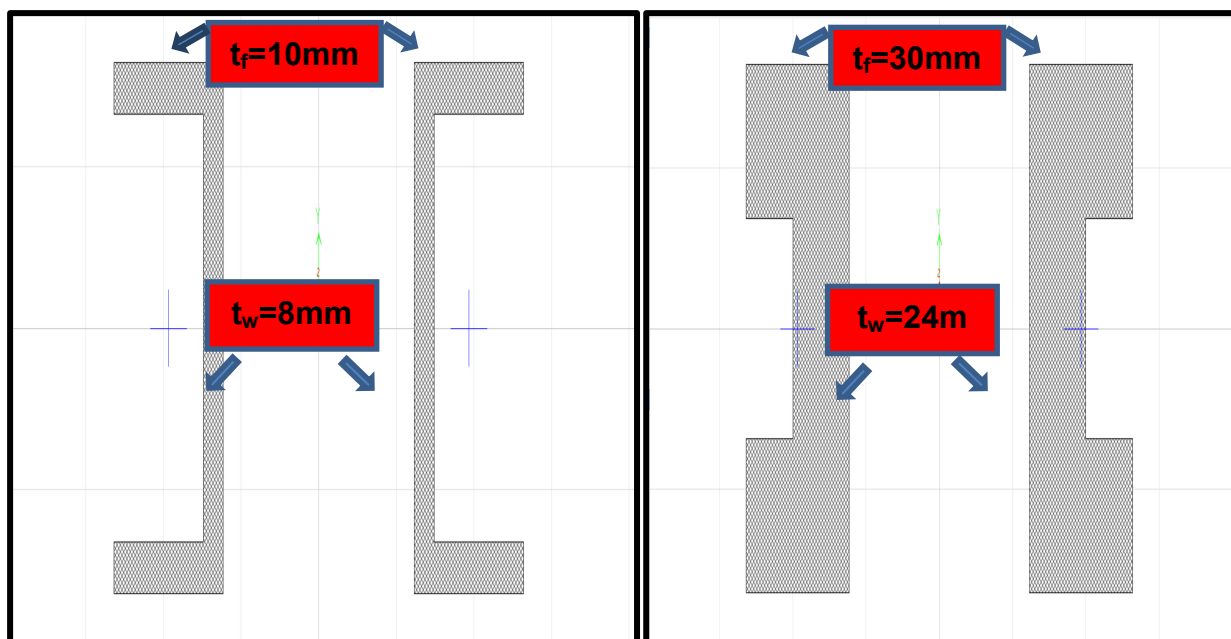
Παρακάτω παρατίθενται πίνακας με τα εντατικά μεγέθη των ενισχυμένων μηκίδων:

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame Text	Station mm	OutputCase Text	CaseType Text	StepType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-mm	M2 KN-mm	M3 KN-mm	FrameElem Text	ElemStation mm
3535	0	COMB16	Combination	Max	-380,832	-172,007	-26,605	-1033,31	-33252,29	-1819,13	3535-1	0
3535	380,88	COMB16	Combination	Max	-380,832	-170,542	-26,605	-1033,31	-33125,27	-28511,45	3535-1	380,88
3535	761,75	COMB16	Combination	Max	-380,832	-169,078	-26,605	-1033,31	-33105,13	-55761,97	3535-1	761,75
3535	1142,63	COMB16	Combination	Max	-380,832	-167,613	-26,605	-1033,31	-33105,13	-83570,69	3535-1	1142,63
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	-380,832	-166,148	-26,605	-1033,31	-25228,69	-111937,61	3535-1	1523,5
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	-380,423	-166,148	-4,45	-33,9	-22508,28	-117467,29	3535-1	1523,5
3535	1524	COMB16	Combination	Max	-380,423	-4,517	-4,45	-33,9	-17205,08	-87713,09	3535-1	1524
3535	1524	COMB16	Combination	Max	-380,423	-4,151	-4,45	-33,9	-11911,43	-58516,72	3535-2	0
3535	1905	COMB16	Combination	Max	-380,423	-2,69	-4,45	-33,9	-9181,48	-29878,19	3535-2	381
3535	2286	COMB16	Combination	Max	-380,423	-1,229	-4,45	-33,9	-7776,12	-1797,48	3535-2	762
3535	2667	COMB16	Combination	Max	-380,423	-0,219	11,335	-33,9	-7549,13	-1797,48	3535-2	1143
3535	3048	COMB16	Combination	Max	-380,423	0,232	11,335	-33,9	-7540,95	-1795,22	3535-2	1524
3535	0	COMB16	Combination	Min	48,494	1,693	11,335	16,53	-7540,95	141343,18	3535-1	0
3535	380,88	COMB16	Combination	Min	48,494	42,724	11,335	16,53	-4000,37	106859,67	3535-1	380,88
3535	761,75	COMB16	Combination	Min	48,494	85,667	11,335	16,53	-1314,57	71817,97	3535-1	761,75
3535	1142,63	COMB16	Combination	Min	48,494	128,611	11,335	16,53	-1157,88	36218,07	3535-1	1142,63
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	48,494	163,189	11,335	16,53	-224,62	59,97	3535-1	1523,5
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	49,516	171,554	40,281	1021,55	1409,92	9791,38	3535-1	1523,5
3535	1524	COMB16	Combination	Min	49,516	171,554	40,281	1021,55	3551,13	43539,58	3535-1	1524
3535	1524	COMB16	Combination	Min	49,516	171,556	40,281	1021,55	7326,88	76729,94	3535-2	0
3535	1905	COMB16	Combination	Min	49,516	208,293	40,281	1021,55	9282,28	109362,48	3535-2	381
3535	2286	COMB16	Combination	Min	49,516	253,397	40,281	1021,55	10360,79	141437,18	3535-2	762
3535	2667	COMB16	Combination	Min	49,516	298,502	40,281	1021,55	19311,66	141437,18	3535-2	1143
3535	3048	COMB16	Combination	Min	49,516	343,606	40,281	1021,55	28262,53	141351,49	3535-2	1524

Εικόνα 100 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένης μηκίδας

7.2.(β). Ενισχυμένα Πέλματα πλαισίων

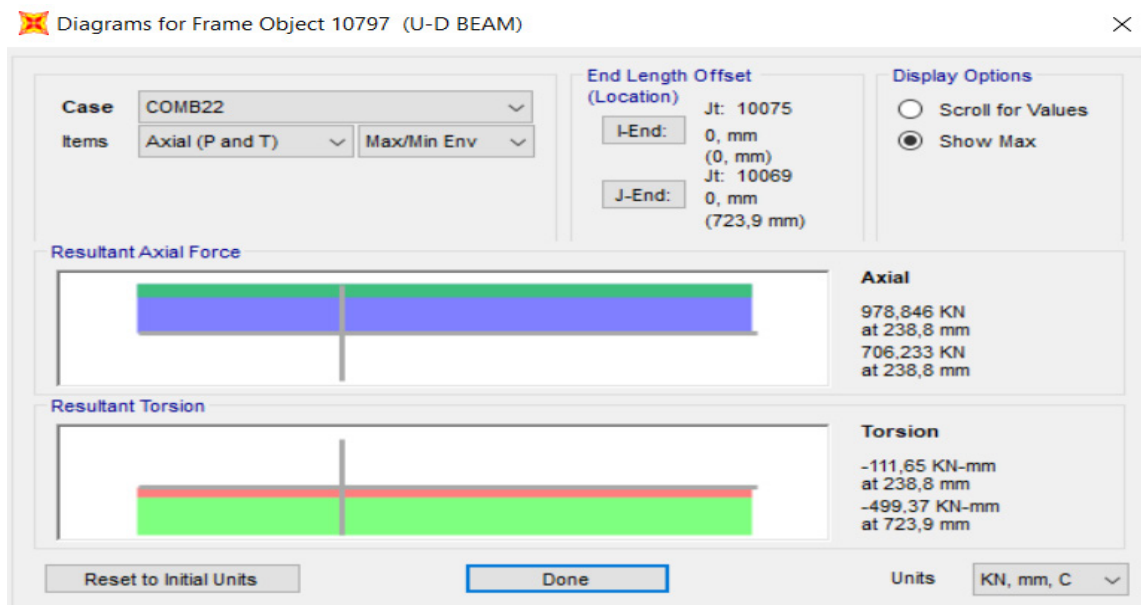
Οι συγκολλήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πέλματα των πλαισίων αφορούν σε ελάσματα που αυξάνουν το πάχος των δύο πελμάτων από 10mm σε 30mm και του κορμού της διατομής από 8mm σε 24mm όπως φαίνεται παρακάτω:



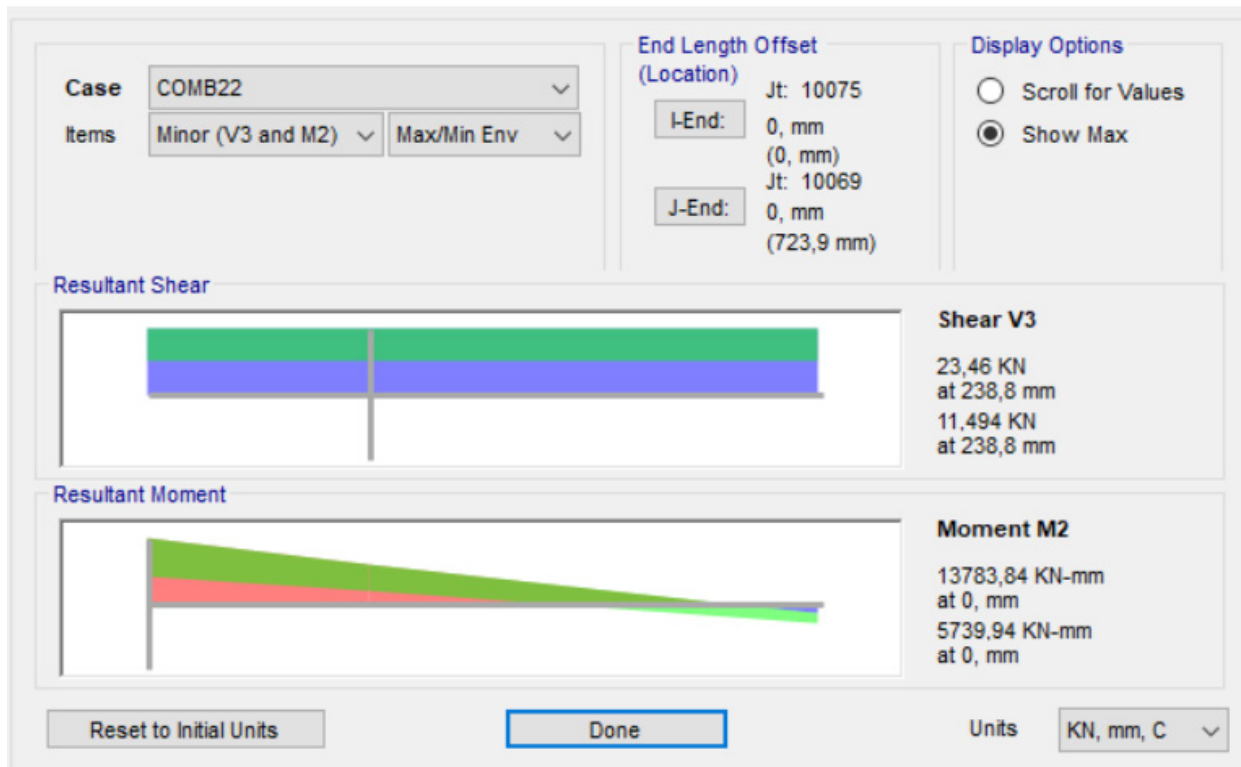
Εικόνα 101 Αύξηση διαστάσεων πελμάτων και κορμού της διατομής πελμάτων πλαισίων

7.2.(α). (1) Διαγράμματα – Πίνακες εντατικών μεγεθών ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων

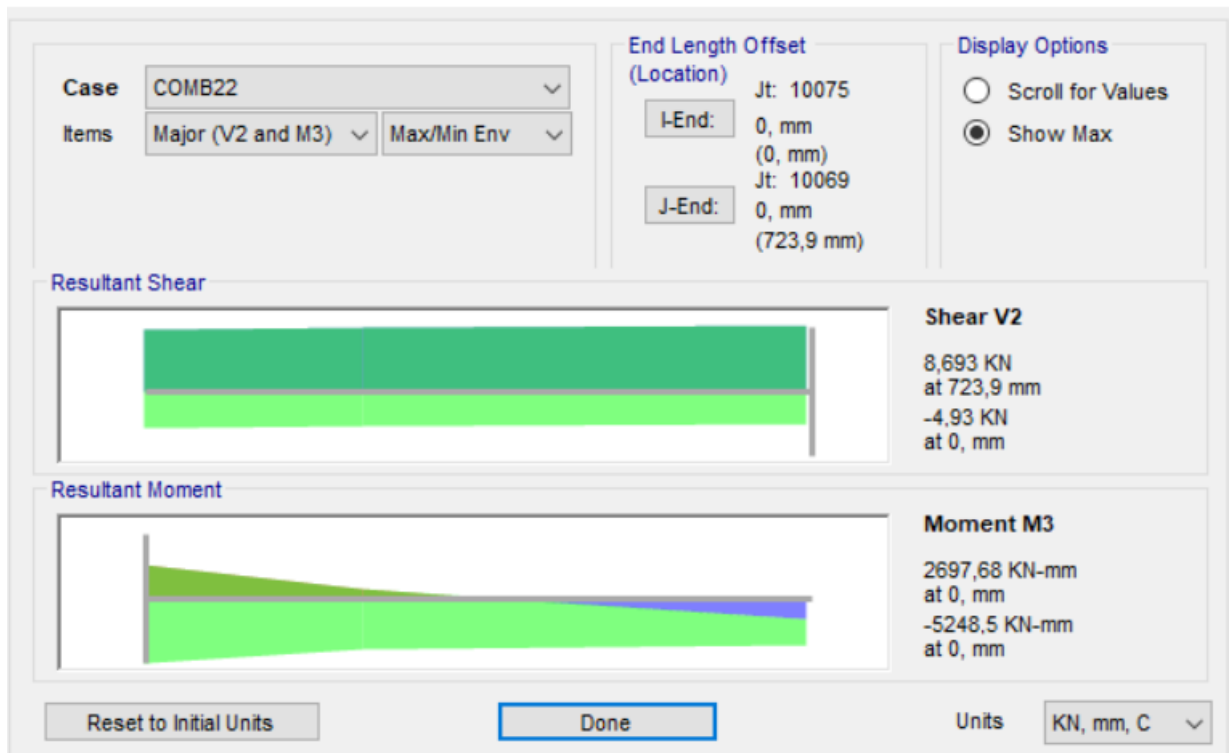
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών στα πέλματα των πλαισίων φαίνονται παρακάτω:



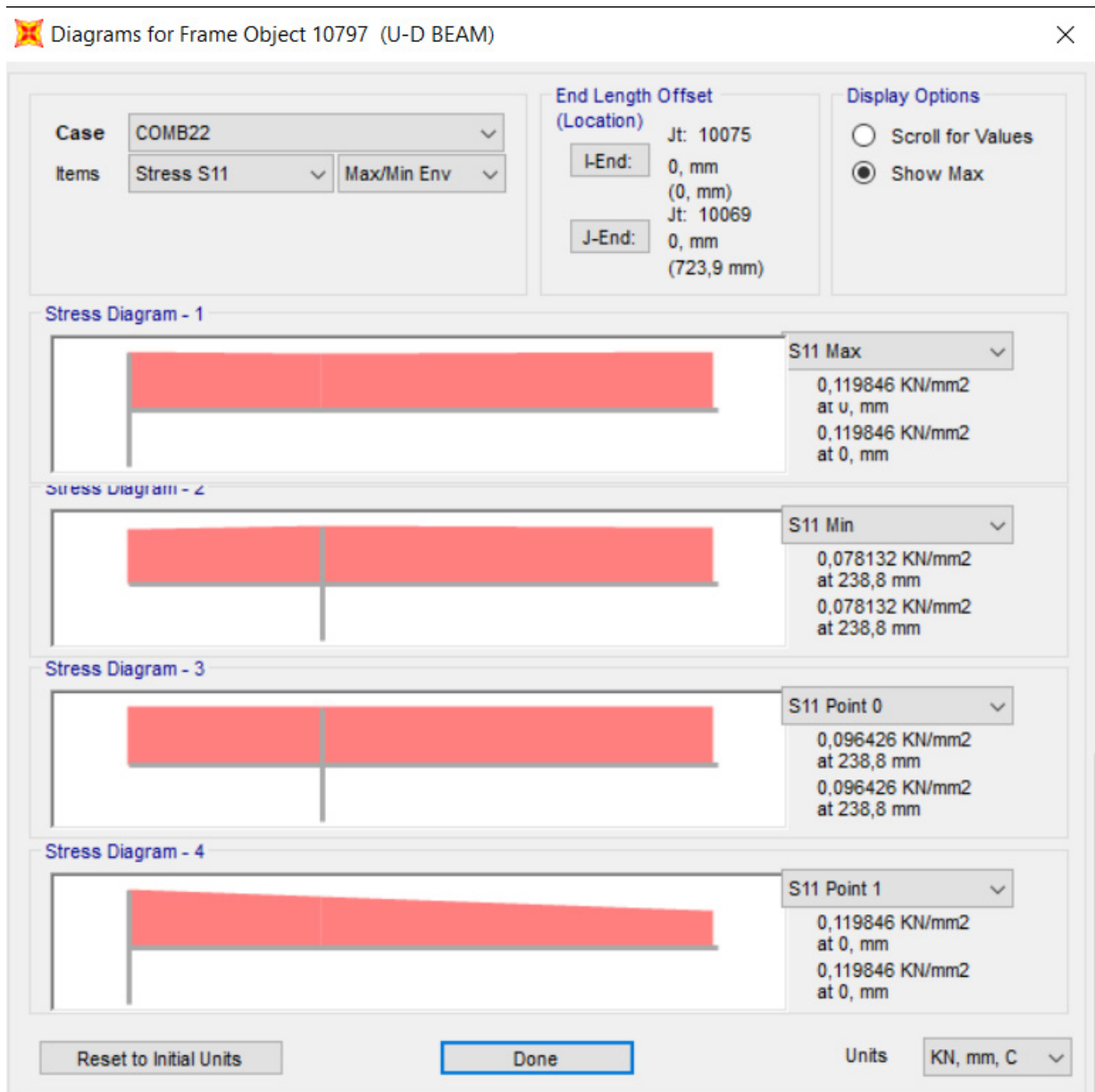
Εικόνα 102 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων



Εικόνα 103 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων



Εικόνα 104 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων



Εικόνα 105 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων

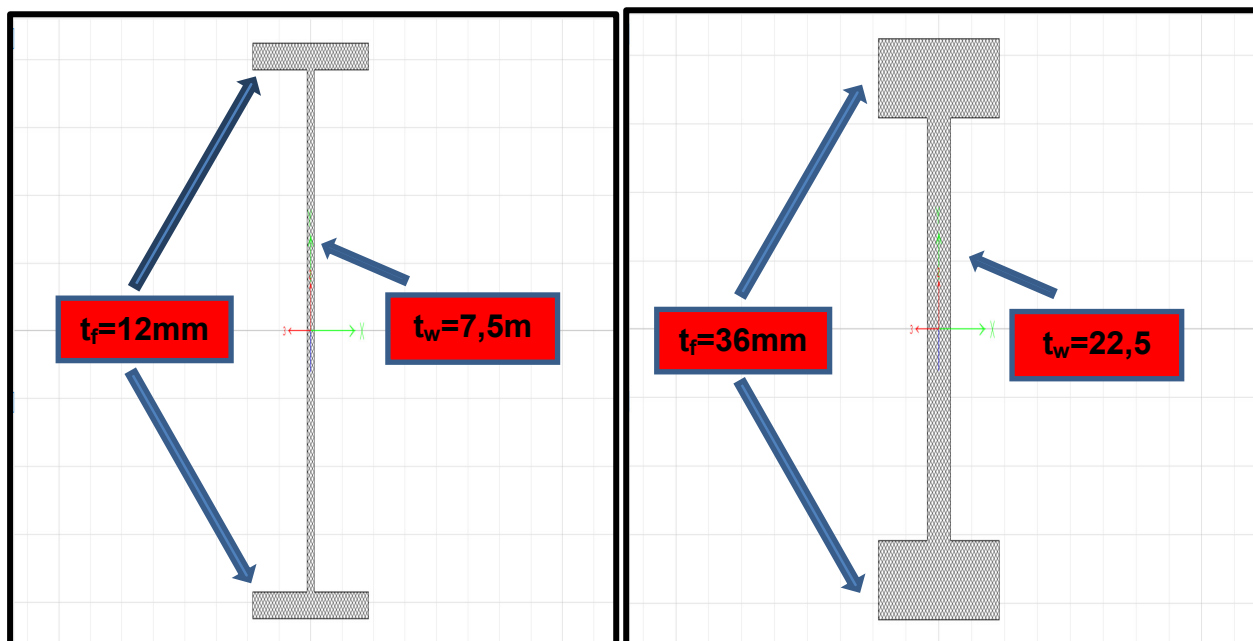
Παρακάτω παρατίθενται πίνακες με τα εντατικά μεγέθη των ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων:

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
10797	0	COMB22	Combination	Max	706,224	-4,93	11,474	-111,65	-4116,94	-5248,5	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	706,224	-4,741	11,474	-111,65	-1709,8	-4093,84	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	706,233	-4,741	11,494	-111,65	2862,95	-4093,84	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Max	706,233	-4,357	11,494	-111,65	2862,95	-3747,94	10797-2	485,1
10797	0	COMB22	Combination	Min	978,827	8,12	23,43	-499,37	5739,94	-1650,12	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	978,827	8,309	23,43	-499,37	8181,61	-1650,12	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	978,846	8,309	23,46	-499,37	8181,61	741,58	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Min	978,846	8,693	23,46	-499,37	13783,84	741,58	10797-2	485,1

Εικόνα 106 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων

7.2.(γ) Ενισχυμένες Διαδοκίδες

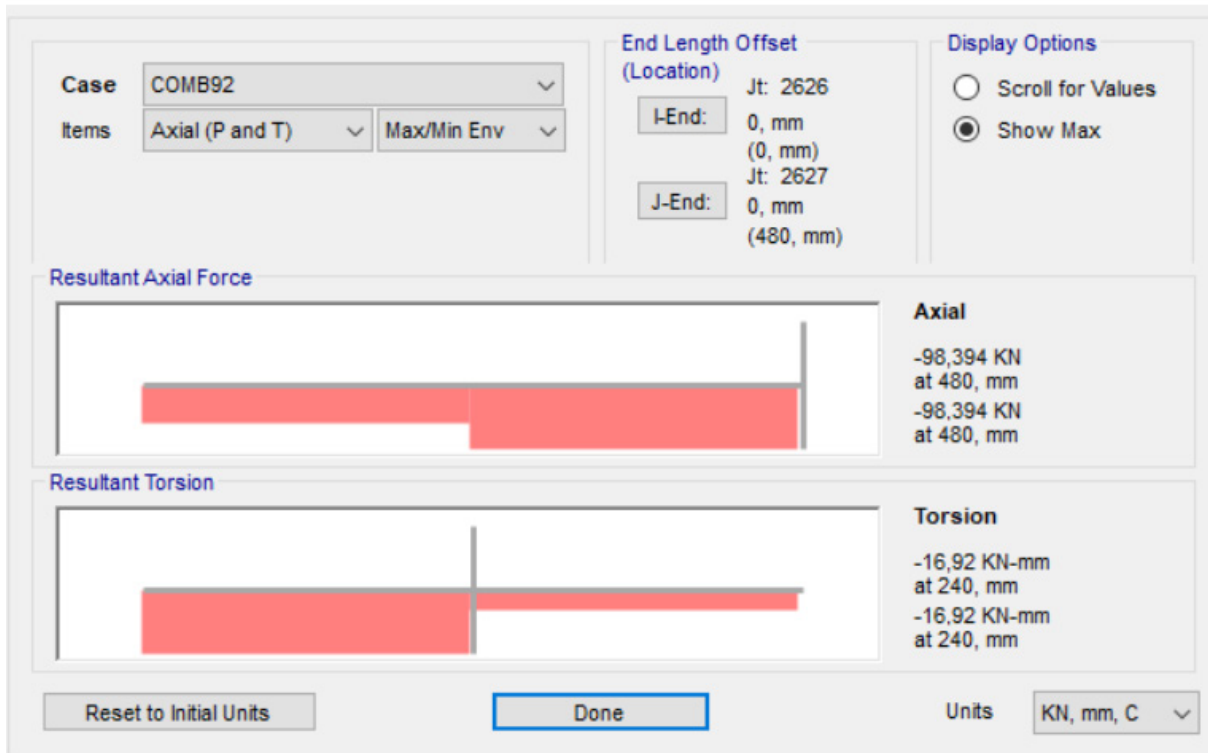
Οι συγκολλήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πέλματα των πλαισίων αφορούν σε ελάσματα που αυξάνουν το πάχος των δύο πελμάτων από 12mm σε 36mm και του κορμού της διατομής από 7,5mm σε 22,5mm όπως φαίνεται παρακάτω:



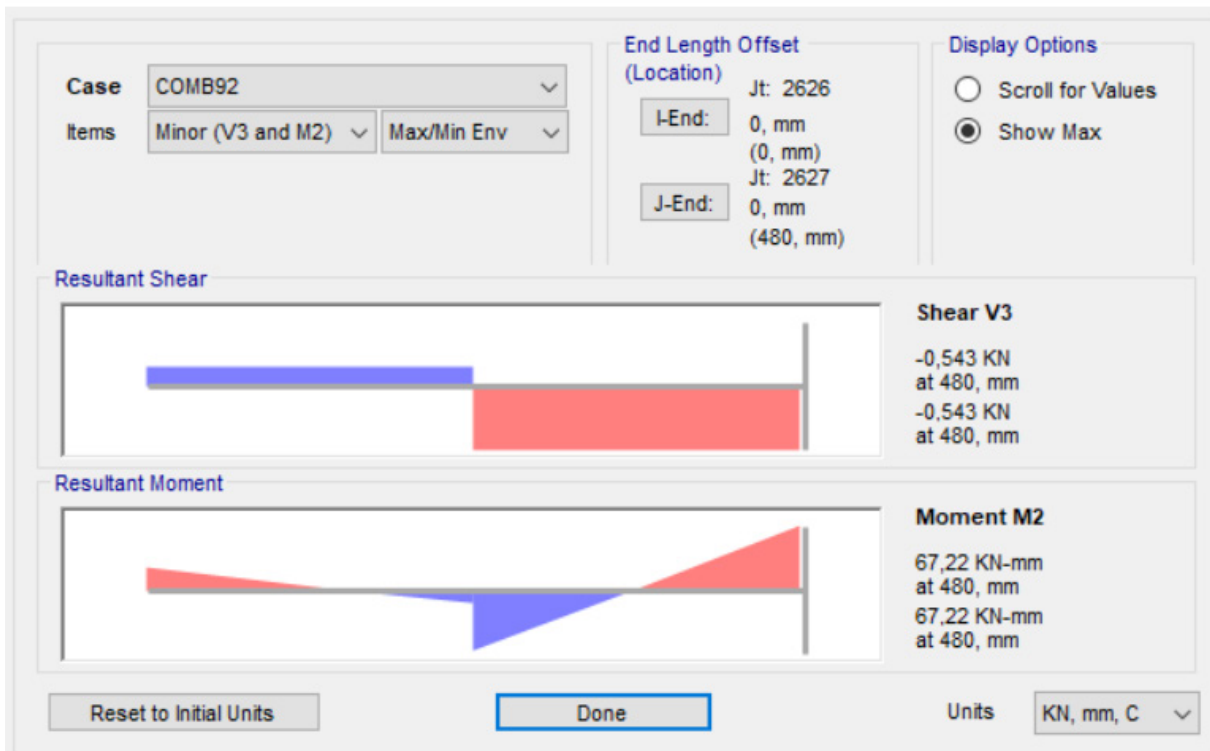
Εικόνα 107 Αύξηση διαστάσεων πελμάτων και κορμού της διατομής διαδοκίδας

7.2.(γ). (1) Διαγράμματα – Πίνακες εντατικών μεγεθών ενισχυμένων διαδοκίδων

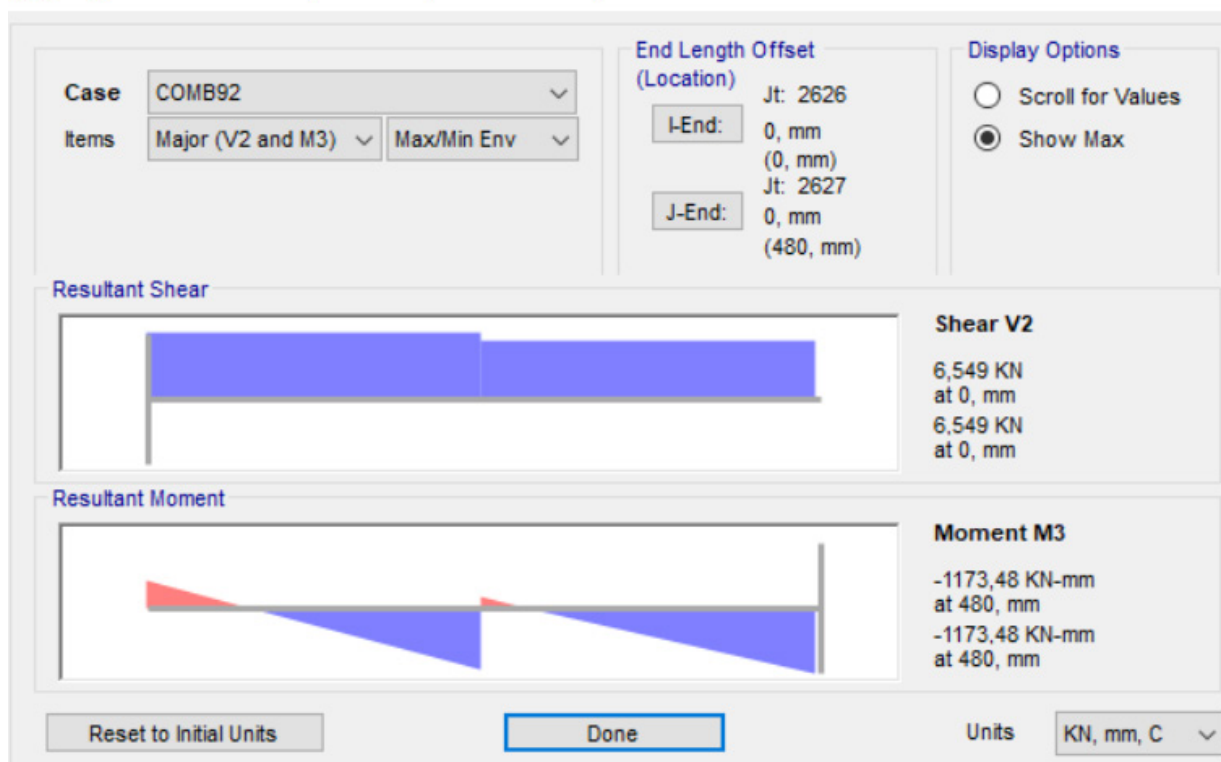
Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών των ενισχυμένων διαδοκίδων φαίνονται παρακάτω:



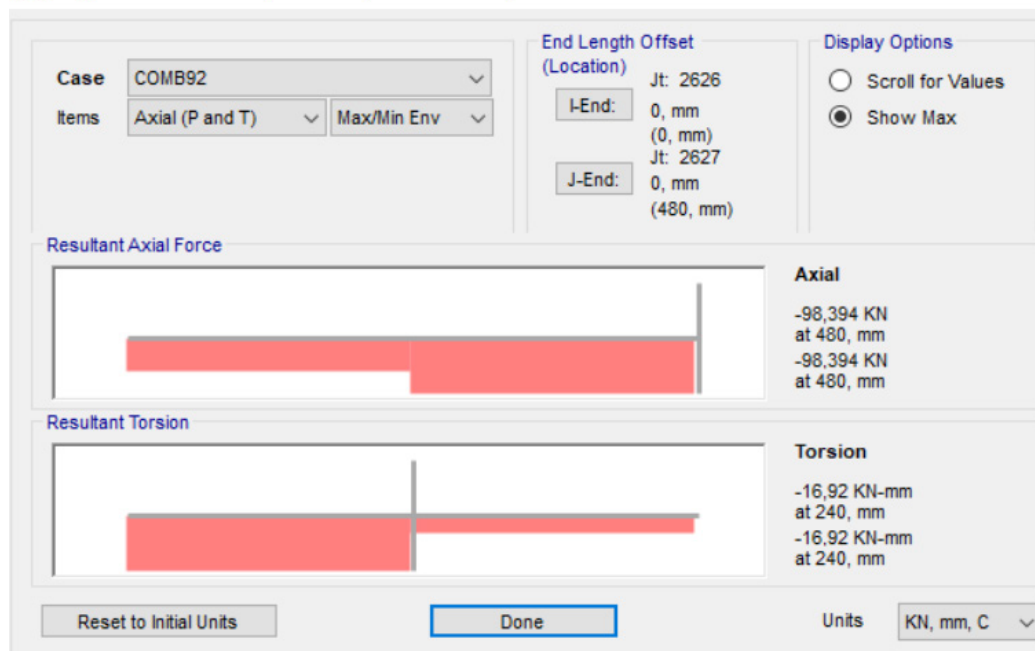
Εικόνα 108 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ενισχυμένων διαδοκίδων



Εικόνα 109 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων διαδοκίδων



Εικόνα 110 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων διαδοκίδων



Εικόνα 111 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων διαδοκίδων

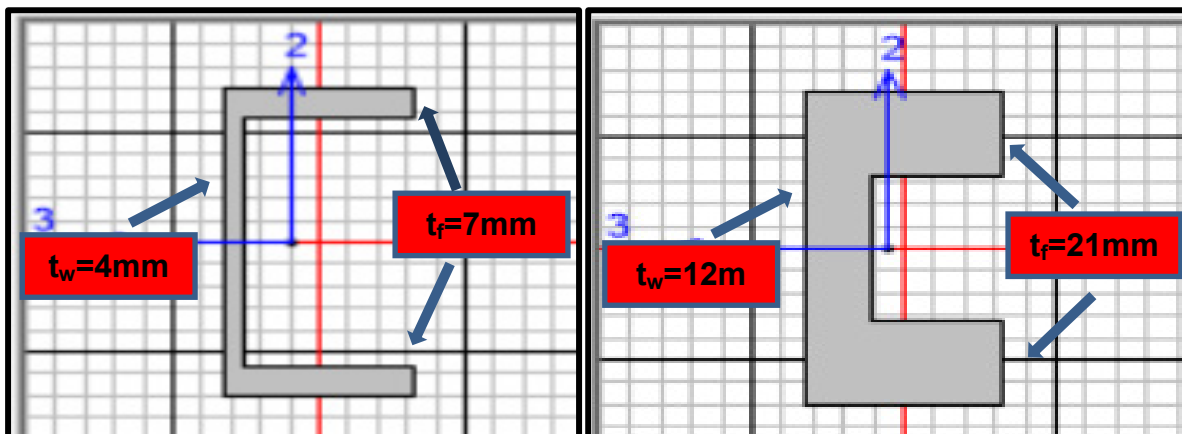
Παρακάτω παρατίθενται πίνακες με τα εντατικά μεγέθη των ενισχυμένων διαδοκίδων:

TABLE: Element Forces - Frames													
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation	
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm	
3018	0	COMB16	Combination	Max	-554,129	-92,223	-434,712	-6463,46	-56342,03	-63645,83	3018-1		0
3018	270	COMB16	Combination	Max	-554,129	-92,223	-434,712	-6463,46	-56342,03	-63645,83	3018-1	270	
3018	270	COMB16	Combination	Max	-554,129	-91,662	-434,712	-6463,46	-55461,44	-61101,33	3018-2		0
3018	510	COMB16	Combination	Max	-554,129	-91,662	-434,712	-6463,46	-55461,44	-61101,33	3018-2	240	
3018	510	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,726	-316,334	-6078,17	-41513,43	-42444,98	3018-3		0
3018	750	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,726	-316,334	-6078,17	-41513,43	-42444,98	3018-3	240	
3018	750	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,227	-316,334	-6078,17	-40896,41	-40825,06	3018-4		0
3018	970,24	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,227	-316,334	-6078,17	-40896,41	-40825,06	3018-4	220,24	
3018	970,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-62,349	-245,143	-4989,68	-32440,08	-38821,32	3018-5		0
3018	1210,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-62,349	-245,143	-4989,68	-32440,08	-38821,32	3018-5	240	
3018	1210,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-61,85	-245,143	-4989,68	-31874,78	-36841,31	3018-6		0
3018	1450,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-61,85	-245,143	-4989,68	-31874,78	-36841,31	3018-6	240	
3018	1450,24	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,6	-192,08	-3797,27	-25643,19	-32806,16	3018-7		0
3018	1670,48	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,6	-192,08	-3797,27	-25643,19	-32806,16	3018-7	220,24	
3018	1670,48	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,142	-192,08	-3797,27	-25228,68	-31399,71	3018-8		0
3018	1910,48	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,142	-192,08	-3797,27	-25228,68	-31399,71	3018-8	240	
3018	1910,48	COMB16	Combination	Max	-479,531	-42,482	-147,926	-3021,78	-19354,55	-24810,55	3018-9		0
3018	2150,48	COMB16	Combination	Max	-479,531	-42,482	-147,926	-3021,78	-19354,55	-24810,55	3018-9	240	
3018	2150,48	COMB16	Combination	Max	-479,531	-41,983	-147,926	-3021,78	-18952,51	-23608,52	3018-10		0
3018	2370,72	COMB16	Combination	Max	-479,531	-41,983	-147,926	-3021,78	-18952,51	-23608,52	3018-10	220,24	
3018	2370,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-33,48	-109,901	-2175	-14730,99	-23069,49	3018-11		0
3018	2610,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-33,48	-109,901	-2175	-14730,99	-23069,49	3018-11	240	
3018	2610,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-32,981	-109,901	-2175	-14383,93	-21430,53	3018-12		0
3018	2850,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-32,981	-109,901	-2175	-14383,93	-21430,53	3018-12	240	
3018	2850,72	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,666	-78,487	-1301,24	-12228,28	-17902,21	3018-13		0
3018	3070,96	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,666	-78,487	-1301,24	-12228,28	-17902,21	3018-13	220,24	
3018	3070,96	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,209	-78,487	-1301,24	-11970,72	-17703,72	3018-14		0
3018	3310,96	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,209	-78,487	-1301,24	-11970,72	-17703,72	3018-14	240	
3018	3310,96	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,787	-50,593	-1297,13	-7050,75	-16881,19	3018-15		0
3018	3550,96	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,787	-50,593	-1297,13	-7050,75	-16881,19	3018-15	240	
3018	3550,96	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,288	-50,593	-1297,13	-6815,03	-16665,15	3018-16		0
3018	3771,2	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,288	-50,593	-1297,13	-6815,03	-16665,15	3018-16	220,24	
3018	3771,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,746	-23,715	-720,12	-3811,66	-11615,5	3018-17		0
3018	4011,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,746	-23,715	-720,12	-3811,66	-11615,5	3018-17	240	
3018	4011,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,247	-23,715	-720,12	-3596,75	-10874,53	3018-18		0
3018	4251,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,247	-23,715	-720,12	-3596,75	-10874,53	3018-18	240	
3018	4251,2	COMB16	Combination	Max	-406,053	-0,876	0,882	52,02	-3261,14	-10769,13	3018-19		0
3018	4521,2	COMB16	Combination	Max	-406,053	-0,876	0,882	52,02	-3261,14	-10769,13	3018-19	270	
3018	0	COMB16	Combination	Min	-406,053	-0,418	0,882	52,02	-3066,93	-9589,08	3018-1		0
3018	270	COMB16	Combination	Min	-406,053	-0,418	0,882	52,02	-3066,93	-9589,08	3018-1	270	
3018	270	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,029	25,429	807,28	2094,95	-7567,86	3018-2		0
3018	510	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,029	25,429	807,28	2094,95	-7567,86	3018-2	240	
3018	510	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,527	25,429	807,28	2291,4	-6868,51	3018-3		0
3018	750	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,527	25,429	807,28	2291,4	-6868,51	3018-3	240	
3018	750	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,045	52,501	851,42	5315,29	-3640,22	3018-4		0
3018	970,24	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,045	52,501	851,42	5315,29	-3640,22	3018-4	220,24	
3018	970,24	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,543	52,501	851,42	5327,18	-3210,81	3018-5		0
3018	1210,24	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,543	52,501	851,42	5327,18	-3210,81	3018-5	240	
3018	1210,24	COMB16	Combination	Min	-390,739	24,835	80,855	1386,28	5549,59	-3115,77	3018-6		0
3018	1450,24	COMB16	Combination	Min	-390,739	24,835	80,855	1386,28	5549,59	-3115,77	3018-6	240	
3018	1450,24	COMB16	Combination	Min	-390,739	25,292	80,855	1386,28	5579,25	-2714,3	3018-7		0
3018	1670,48	COMB16	Combination	Min	-390,739	25,292	80,855	1386,28	5579,25	-2714,3	3018-7	220,24	
3018	1670,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	31,64	112,58	2289,33	11992,22	-520,5	3018-8		0
3018	1910,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	31,64	112,58	2289,33	11992,22	-520,5	3018-8	240	
3018	1910,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	32,138	112,58	2289,33	12288,18	-206,41	3018-9		0
3018	2150,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	32,138	112,58	2289,33	12288,18	-206,41	3018-9	240	
3018	2150,48	COMB16	Combination	Min	-381,808	40,57	151,136	3122,43	16549,67	149,25	3018-10		0
3018	2370,72	COMB16	Combination	Min	-381,808	40,57	151,136	3122,43	16549,67	149,25	3018-10	220,24	
3018	2370,72	COMB16	Combination	Min	-381,808	41,069	151,136	3122,43	16918,19	758,14	3018-11		0
3018	2610,72	COMB16	Combination	Min	-381,808	41,069	151,136	3122,43	16918,19	758,14	3018-11	240	
3018	2610,72	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,537	196,078	3903,69	17075,04	956,26	3018-12		0
3018	2850,72	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,537	196,078	3903,69	17075,04	956,26	3018-12	240	
3018	2850,72	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,995	196,078	3903,69	17541,03	1028,64	3018-13		0
3018	3070,96	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,995	196,078	3903,69	17541,03	1028,64	3018-13	220,24	
3018	3070,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,244	249,579	5129,18	26959,53	1518,68	3018-14		0
3018	3310,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,244	249,579	5129,18	26959,53	1518,68	3018-14	240	
3018	3310,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,743	249,579	5129,18	27458,93	1540,35	3018-15		0
3018	3550,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,743	249,579	5129,18	27458,93	1540,35	3018-15	240	
3018	3550,96	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,486	321,087	6179,85	35023,7	5971,85	3018-16		0
3018	3771,2	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,486	321,087	6179,85	35023,7	5971,85	3018-16	220,24	
3018	3771,2	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,985	321,087	6179,85	35547,46	6548,64	3018-17		0
3018	4011,2	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,985	321,087	6179,85	35547,46	6548,64	3018-17	240	
3018	4011,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	89,571	438,484	6469,1	61910,7	9936,92	3018-18		0
3018	4251,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	89,571	438,484	6469,1	61910,7	9936,92	3018-18	240	
3018	4251,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	90,132	438,484	6469,1	62048,68	10079,47	3018-19		0
3018	4521,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	90,132	438,484	6469,1	62048,68	10079,47	3018-19	270	

Εικόνα 112 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένων διαδοκίδων

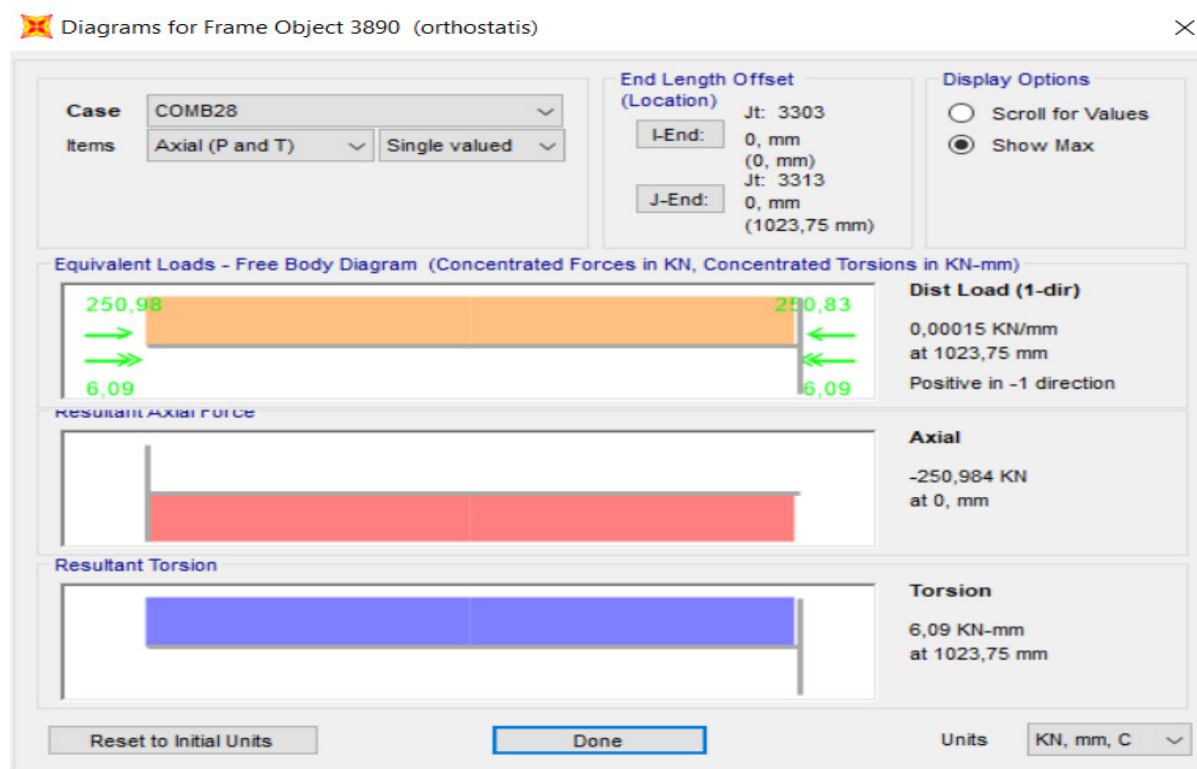
7.2.γ Ενισχυμένοι Ορθοστάτες – Διαγώνιοι Πλαισίων

Οι συγκολλήσεις που πραγματοποιήθηκαν στους ορθοστάτες – διαγώνιους πλαισίων αφορούν σε ελάσματα που αυξάνουν το πάχος των δύο πελμάτων από 7mm σε 21mm και του κορμού της διατομής από 4mm σε 12mm όπως φαίνεται παρακάτω:

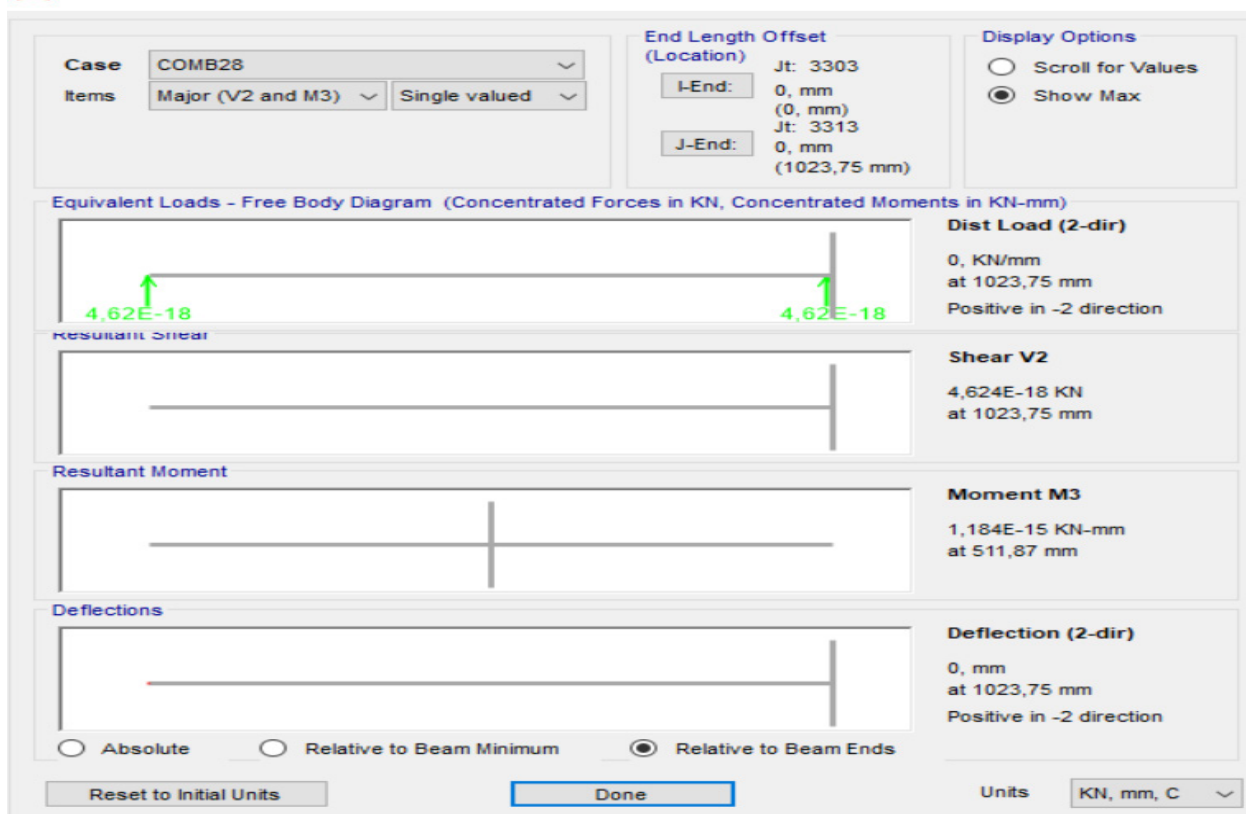


7.2.γ). (1) Διαγράμματα – Πίνακες εντατικών μεγεθών ενισχυμένων ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων

Τα διαγράμματα των εντατικών μεγεθών των ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων φαίνονται παρακάτω:

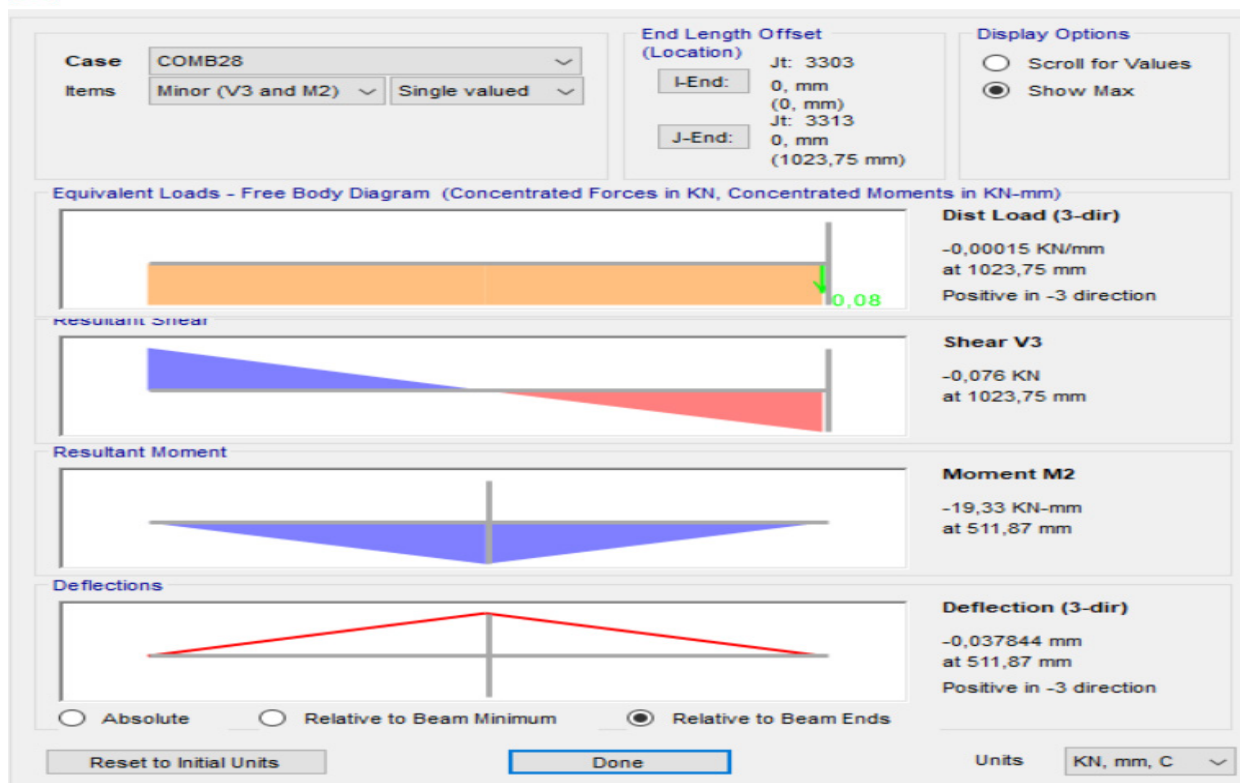


Εικόνα 113 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων

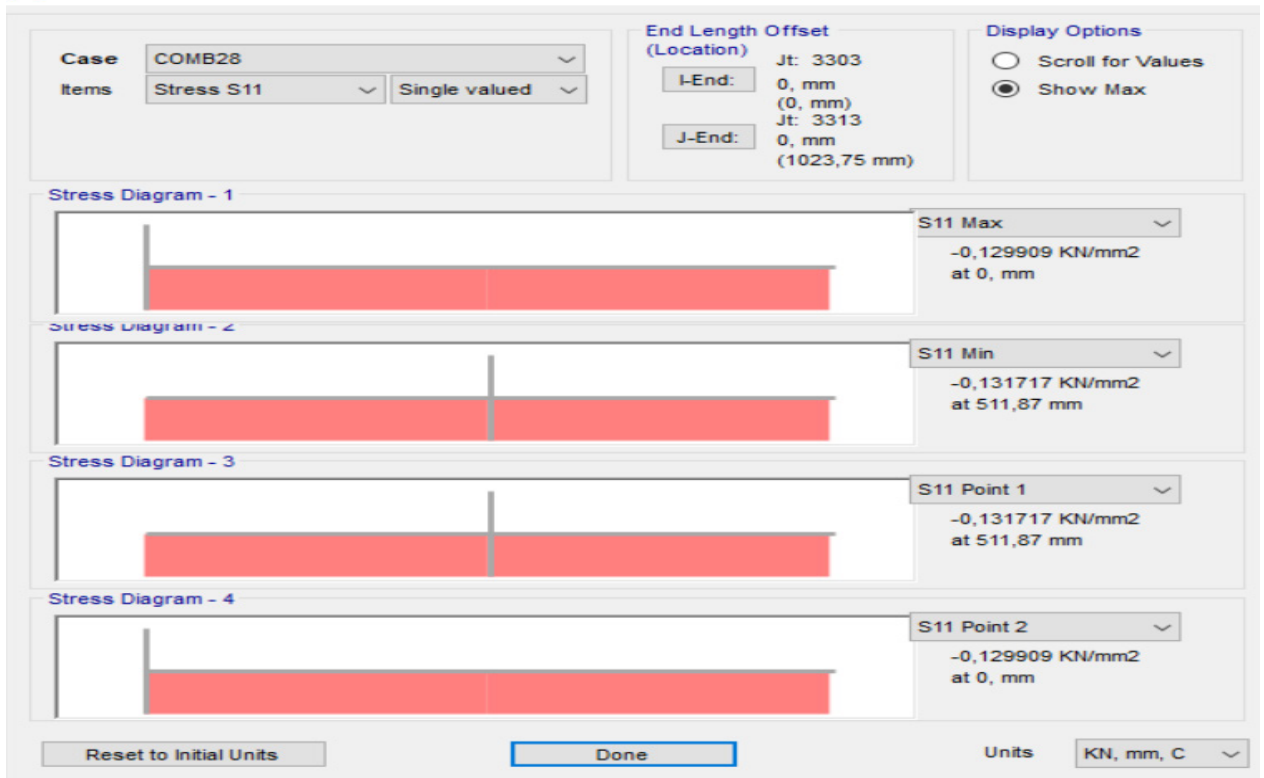


Εικόνα 114 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων

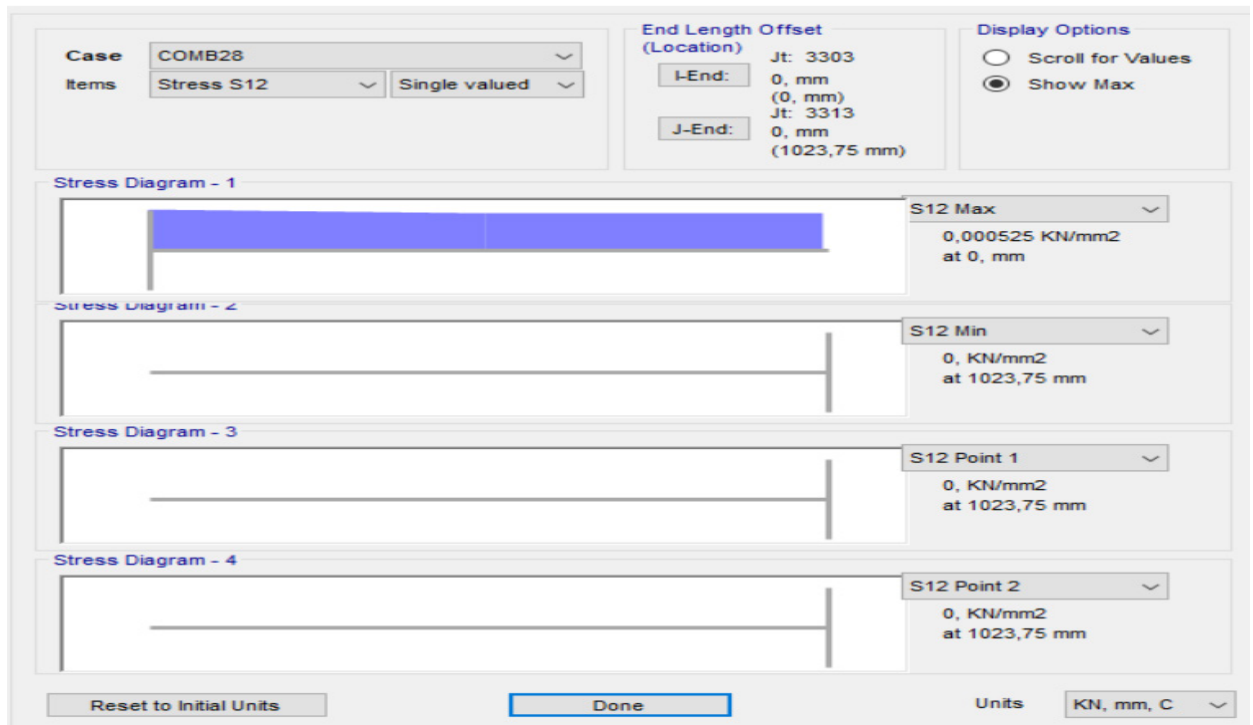
Diagrams for Frame Object 3890 (orthostatis)



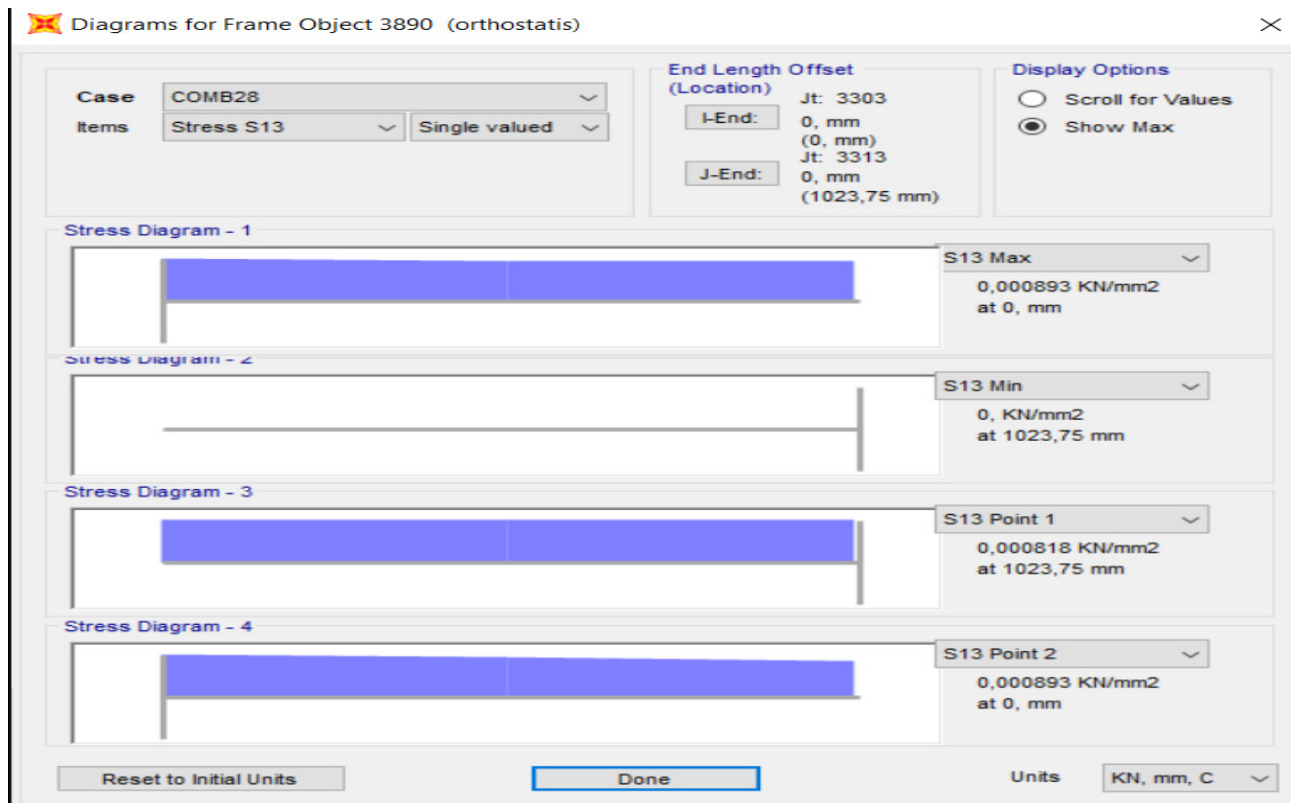
Εικόνα 115 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 116 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 117 Διάγραμμα τάσεων S12 ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων



Εικόνα 118 Διάγραμμα τάσεων S13 ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων

Παρακάτω παρατίθενται πίνακας με τα εντατικά μεγέθη των ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων:

TABLE: Element Forces - Frames											
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3890	0	COMB28	Combination	-250,984	-4,624E-18	-0,076	6,09	0	0	3890-1	0
3890	511,87	COMB28	Combination	-250,909	0	0	6,09	0	0	3890-1	511,87
3890	1023,75	COMB28	Combination	-250,833	4,624E-18	0,076	6,09	-19,33	0	3890-1	1023,75

Εικόνα 119 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων

7.3 Αποτελέσματα μετατοπίσεων ενισχυμένου φορέα

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι ελάχιστες και οι μέγιστες μετατοπίσεις του ενισχυμένου φορέα για τους δύο συνδυασμούς φόρτισης στους οποίους οφείλεται η αστοχία του φορέα δηλαδή COMP 22 και COMP 92:

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB16	Combination	Max	2,792234	-0,89268	-83,177628	-0,003201	-0,002421	-0,000225
1	COMB16	Combination	Min	2,70088	-0,925335	-81,449807	-0,003257	-0,002851	-0,000238
2	COMB16	Combination	Max	2,968467	-0,811136	-77,783656	-0,003029	-0,002589	-0,000175
2	COMB16	Combination	Min	2,8885	-0,844286	-72,680501	-0,003084	-0,003047	-0,000184
3	COMB16	Combination	Max	2,537303	-0,955176	-65,20394	-0,00327	-0,002022	-0,000296
3	COMB16	Combination	Min	2,427695	-0,987198	-59,809305	-0,003326	-0,0024	-0,000314
4	COMB16	Combination	Max	-2,542849	-0,860505	-59,505807	-0,003091	0,005698	0,000497
4	COMB16	Combination	Min	-3,877453	-1,922068	-58,352245	-0,008574	0,002663	0,000094
5	COMB16	Combination	Max	3,603642	-0,727034	-58,269145	-0,002944	-0,003553	-0,000151
5	COMB16	Combination	Min	3,577685	-0,79052	-58,194386	-0,003078	-0,004225	-0,00016
6	COMB16	Combination	Max	-2,627265	-0,781142	-58,078523	-0,002927	0,00625	0,000445
6	COMB16	Combination	Min	-4,222659	-1,814443	-57,727507	-0,008267	0,002623	0,00003
7	COMB16	Combination	Max	3,20755	-0,805721	-57,619638	-0,002943	-0,003321	-0,000109
7	COMB16	Combination	Min	3,174717	-0,869616	-57,378963	-0,003078	-0,00401	-0,000119
8	COMB16	Combination	Max	3,208879	-0,590808	-57,033464	-0,002327	-0,002821	-0,000146
8	COMB16	Combination	Min	3,14023	-0,624732	-56,969237	-0,002375	-0,003299	-0,00015
9	COMB16	Combination	Max	3,300623	-0,467399	-56,774083	-0,001935	-0,002907	-0,000115
9	COMB16	Combination	Min	3,235373	-0,501482	-56,670369	-0,00198	-0,003391	-0,000118
10	COMB16	Combination	Max	3,089029	-0,702223	-56,63767	-0,002657	-0,002695	-0,000168
10	COMB16	Combination	Min	3,015439	-0,735869	-56,477318	-0,002708	-0,003165	-0,000173
11	COMB16	Combination	Max	3,98077	-0,51983	-56,402474	-0,002035	-0,00392	-0,000114
11	COMB16	Combination	Min	3,955094	-0,573381	-56,206513	-0,002129	-0,004594	-0,000123
12	COMB16	Combination	Max	3,744016	-0,605635	-55,913945	-0,002045	-0,003691	-0,000128
12	COMB16	Combination	Min	3,718132	-0,659052	-55,648828	-0,002139	-0,004364	-0,000137
13	COMB16	Combination	Max	3,401617	-0,176618	-55,510034	-0,000841	-0,003002	-0,00006
13	COMB16	Combination	Min	3,338899	-0,210742	-55,507324	-0,00088	-0,00349	-0,000063

Εικόνα 120 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12689	COMB16	Combination	Min	-0,310975	-2,2571	0,523084	-0,009182	-0,001937	-0,00041
12690	COMB16	Combination	Max	0,683702	-1,089495	0,531805	-0,003486	-0,001743	0,00079
12690	COMB16	Combination	Min	-0,089149	-2,092026	0,531805	-0,008245	-0,003478	0,00022
12691	COMB16	Combination	Max	1,43157	2,46529	0,533388	0,009764	-0,001968	0,0005
12691	COMB16	Combination	Min	0,68921	1,307815	0,538536	0,004227	-0,003711	0,00024
12692	COMB16	Combination	Max	0,829196	2,378654	0,538536	0,008889	-0,001806	-0,0002
12692	COMB16	Combination	Min	-0,008978	1,332544	0,539803	0,004031	-0,003656	-0,00085
12693	COMB16	Combination	Max	1,288319	-1,106696	0,544361	-0,00376	-0,002091	-0,00031
12693	COMB16	Combination	Min	0,605718	-2,256545	0,545299	-0,009146	-0,003847	-0,00059
12694	COMB16	Combination	Max	1,384022	-1,199761	0,545299	-0,003409	-0,002669	0,00072
12694	COMB16	Combination	Min	0,742454	-2,2016	0,550857	-0,008154	-0,005006	0,00019
12695	COMB16	Combination	Max	1,55681	2,118669	0,550857	0,008865	-0,002051	0,0009
12695	COMB16	Combination	Min	1,012337	0,988409	0,568953	0,003323	-0,00432	0,00062
12696	COMB16	Combination	Max	1,527313	2,376131	0,569597	0,008733	-0,002654	-0,00024
12696	COMB16	Combination	Min	0,824173	1,335602	0,582771	0,00384	-0,005113	-0,00080
12697	COMB16	Combination	Max	1,435222	-0,868812	0,586766	-0,003028	-0,002188	-0,00067
12697	COMB16	Combination	Min	0,949446	-2,005019	0,586766	-0,008398	-0,004446	-0,00099
12698	COMB16	Combination	Max	1,301886	-1,24583	0,58917	-0,002429	-0,002675	0,0005
12698	COMB16	Combination	Min	0,883149	-2,225603	0,589744	-0,006885	-0,005443	-0,00000264
12699	COMB16	Combination	Max	0,263812	0,403164	0,589744	0,001717	-0,001212	0,0007
12699	COMB16	Combination	Min	0,185234	-0,165455	0,590618	-0,001021	-0,003755	-0,00022
12700	COMB16	Combination	Max	1,412082	2,305682	0,601938	0,007259	-0,002604	-0,00005
12700	COMB16	Combination	Min	0,943212	1,322783	0,60231	0,002668	-0,005492	-0,00062
12701	COMB16	Combination	Max	0,243442	0,176492	0,628944	0,001088	-0,001317	0,00015
12701	COMB16	Combination	Min	0,174375	-0,378107	0,703489	-0,001483	-0,003814	-0,0007

Εικόνα 121 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB22	Combination	Max	1,933694	-0,16476	-104,689601	-0,004389	-0,004662	-0,000027
1	COMB22	Combination	Min	1,84234	-0,197414	-99,810668	-0,004444	-0,005092	-0,000004
2	COMB22	Combination	Max	1,871137	-0,162296	-99,720239	-0,004121	-0,004488	-0,000041
2	COMB22	Combination	Min	1,79117	-0,195446	-86,028092	-0,004176	-0,004946	-0,000051
3	COMB22	Combination	Max	2,06496	-0,138511	-84,203588	-0,004512	-0,00509	0,000055
3	COMB22	Combination	Min	1,955352	-0,170532	-81,337365	-0,004568	-0,005468	0,000037
4	COMB22	Combination	Max	-1,690219	-0,13502	-79,690671	-0,004288	0,007937	0,000295
4	COMB22	Combination	Min	-3,024823	-1,196582	-79,019929	-0,009772	0,004902	-0,000105
5	COMB22	Combination	Max	1,218624	-0,272641	-78,97114	-0,003749	-0,003571	-0,000353
5	COMB22	Combination	Min	1,192667	-0,336128	-78,803554	-0,003883	-0,004243	-0,000361
6	COMB22	Combination	Max	-1,536883	-0,134275	-78,393396	-0,004026	0,008151	0,000311
6	COMB22	Combination	Min	-3,132277	-1,167575	-78,367487	-0,009366	0,004524	-0,000103
7	COMB22	Combination	Max	0,831959	-0,156887	-78,241483	-0,003763	-0,00277	-0,000374
7	COMB22	Combination	Min	0,799127	-0,220782	-78,181782	-0,003898	-0,00346	-0,000384
8	COMB22	Combination	Max	1,848346	-0,067618	-77,633113	-0,003112	-0,004496	-0,000008
8	COMB22	Combination	Min	1,779696	-0,101541	-77,573269	-0,00316	-0,004974	-0,000084
9	COMB22	Combination	Max	1,854139	-0,00476	-77,401399	-0,002548	-0,004526	-0,000091
9	COMB22	Combination	Min	1,788889	-0,038844	-77,340521	-0,002592	-0,005009	-0,000094
10	COMB22	Combination	Max	1,854092	-0,11341	-77,307941	-0,003592	-0,00448	-0,000063
10	COMB22	Combination	Min	1,780502	-0,147055	-77,228239	-0,003643	-0,00495	-0,000068
11	COMB22	Combination	Max	1,468183	-0,145611	-76,570532	-0,002334	-0,004298	-0,000252
11	COMB22	Combination	Min	1,442507	-0,199162	-76,548198	-0,002428	-0,004972	-0,000261
12	COMB22	Combination	Max	1,300244	-0,036125	-76,454026	-0,002359	-0,003823	-0,000311
12	COMB22	Combination	Min	1,27436	-0,089542	-76,363482	-0,002453	-0,004496	-0,00032
13	COMB22	Combination	Max	1,877161	0,187397	-75,993608	-0,001027	-0,004615	-0,000063
13	COMB22	Combination	Min	1,814442	0,152272	-75,875048	-0,001066	-0,005102	-0,000067

Εικόνα 122 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12689	COMB22	Combination	Min	-2,382807	-1,463	0	-0,010439	-0,001661	-0,000208
12690	COMB22	Combination	Max	-1,347874	-0,125422	0	-0,004615	-0,002807	0,000979
12690	COMB22	Combination	Min	-2,120725	-1,127953	0	-0,009374	-0,004541	0,000407
12691	COMB22	Combination	Max	-0,446133	2,053025	0	0,011246	-0,003604	-0,000031
12691	COMB22	Combination	Min	-1,188493	0,895551	0	0,005709	-0,005348	-0,000346
12692	COMB22	Combination	Max	-1,251434	1,745619	0	0,010098	-0,002796	-0,000447
12692	COMB22	Combination	Min	-2,089608	0,699509	0	0,00524	-0,004646	-0,001041
12693	COMB22	Combination	Max	-0,551591	-0,463208	0	-0,005159	-0,003857	0,000271
12693	COMB22	Combination	Min	-1,234192	-1,613058	0	-0,010545	-0,005613	-0,000012
12694	COMB22	Combination	Max	-0,34366	-0,13728	0	-0,0047	-0,005482	0,001039
12694	COMB22	Combination	Min	-0,985228	-1,139119	0	-0,009445	-0,00782	0,000504
12695	COMB22	Combination	Max	0,256945	1,902193	0	0,010811	-0,006328	-0,000211
12695	COMB22	Combination	Min	-0,287528	0,771934	0	0,005269	-0,008598	-0,000542
12696	COMB22	Combination	Max	-0,235133	1,537746	0	0,010103	-0,005348	-0,000585
12696	COMB22	Combination	Min	-0,938273	0,497217	0	0,00521	-0,007807	-0,001143
12697	COMB22	Combination	Max	0,156873	-0,529319	0	-0,00492	-0,00664	0,000483
12697	COMB22	Combination	Min	-0,328904	-1,665527	0,150771	-0,01029	-0,008898	0,000167
12698	COMB22	Combination	Max	0,249046	-0,093689	0,156871	-0,004139	-0,007688	0,001174
12698	COMB22	Combination	Min	-0,169692	-1,073462	0,15982	-0,008595	-0,010457	0,000601
12699	COMB22	Combination	Max	0,116309	0,579323	0,160545	0,004585	-0,008669	-0,000106
12699	COMB22	Combination	Min	0,037732	0,010703	0,160545	0,001847	-0,011211	-0,00105
12700	COMB22	Combination	Max	0,341731	1,268031	0,162205	0,009016	-0,007432	-0,000685
12700	COMB22	Combination	Min	-0,127139	0,285132	0,162205	0,004426	-0,01032	-0,001258
12701	COMB22	Combination	Max	0,098543	0,010245	0,162995	-0,001774	-0,008987	0,000948
12701	COMB22	Combination	Min	0,029476	-0,544354	0,263903	-0,004345	-0,011483	0,000025

Εικόνα 123 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians	
1	COMB28	Combination	2,803842	-0,708026	-51,498376	-0,00482	-0,00489	-0,00017:	
2	COMB28	Combination	2,889636	-0,655252	-51,494822	-0,004541	-0,004926	-0,00014:	
3	COMB28	Combination	2,702768	-0,730402	-51,478889	-0,004942	-0,004833	-0,00017:	
4	COMB28	Combination	-2,807651	-0,708159	-51,412169	-0,00482	0,004899	0,00017:	
5	COMB28	Combination	2,954207	-0,688765	-51,411339	-0,004276	-0,005229	-0,00031:	
6	COMB28	Combination	-2,895598	-0,655175	-51,391	-0,004541	0,004941	0,0001:	
7	COMB28	Combination	2,471111	-0,666545	-51,37984	-0,004283	-0,004607	-0,00030:	
8	COMB28	Combination	3,040301	-0,456641	-51,301235	-0,003455	-0,005109	-0,00014:	
9	COMB28	Combination	3,105661	-0,338852	-50,954506	-0,002848	-0,00519	-0,00013:	
10	COMB28	Combination	2,962722	-0,555921	-50,944989	-0,003969	-0,005007	-0,0001:	
11	COMB28	Combination	3,349942	-0,467053	-50,939773	-0,002796	-0,005917	-0,00023:	
12	COMB28	Combination	3,094052	-0,451741	-50,823445	-0,002817	-0,005474	-0,00027:	
13	COMB28	Combination	3,186326	-0,033279	-50,499006	-0,001192	-0,005314	-0,00007:	
14	COMB28	Combination	3,209344	0,1142	-50,493916	-0,000438	-0,005334	-0,0000:	
15	COMB28	Combination	3,151522	-0,174445	-50,470225	-0,001915	-0,005262	-0,00008:	
16	COMB28	Combination	3,425191	-0,079751	-50,402436	-0,000917	-0,006065	-0,00017:	
17	COMB28	Combination	3,204374	0,448401	-50,386259	0,00137	-0,005307	5,535E-0:	
18	COMB28	Combination	3,182145	0,59025	-50,374307	0,002095	-0,005249	0,0000051:	
19	COMB28	Combination	3,215423	0,300572	-50,373973	0,000615	-0,005334	-0,00000657:	
20	COMB28	Combination	3,473053	0,283634	-50,251426	0,001056	-0,00609	0,0000:	
21	COMB28	Combination	3,094968	0,874644	-50,172543	0,00364	-0,005073	0,0000:	
22	COMB28	Combination	3,029011	0,975594	-50,165739	0,004159	-0,004941	0,00007:	
23	COMB28	Combination	-2,70371	-0,73065	-50,142747	-0,004943	0,004834	0,00017:	
24	COMB28	Combination	-2,956887	-0,686847	-50,087265	-0,004267	0,005235	0,00031:	
25	COMB28	Combination	-2,475405	-0,664665	-50,083591	-0,004274	0,004616	0,00030:	
26	COMB28	Combination	3,148413	0,75547	-50,055671	0,003029	-0,005171	0,00005:	

Εικόνα 124 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 28

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12681	COMB28	Combination	-2,840163	-0,837855	0	-0,005625	0,003671	-0,00030
12682	COMB28	Combination	-2,709242	-0,793789	0	-0,00512	0,00197	0,00044
12683	COMB28	Combination	-2,023515	1,495063	0	0,006344	0,001606	0,00020
12684	COMB28	Combination	-2,672559	1,44727	0	0,005758	0,001809	-0,00040
12685	COMB28	Combination	-2,062378	-0,85098	0	-0,005531	0,001455	-0,00031
12686	COMB28	Combination	-1,896537	-0,876588	0	-0,005269	0,000016	0,00024
12687	COMB28	Combination	-0,975887	1,466036	0	0,006443	-0,000936	0,00015
12688	COMB28	Combination	-1,806188	1,381816	0	0,005866	-0,00049	-0,00051
12689	COMB28	Combination	-1,063015	-0,979928	0	-0,005702	-0,000975	-0,00013
12690	COMB28	Combination	-0,832554	-0,844998	0	-0,005182	-0,002908	0,00045
12691	COMB28	Combination	-0,004397	1,418211	0	0,006425	-0,003435	0,00006
12692	COMB28	Combination	-0,743772	1,318155	0	0,005912	-0,002939	-0,00050
12693	COMB28	Combination	-0,087602	-1,056474	0	-0,005765	-0,003669	-0,00012
12694	COMB28	Combination	0,085559	-0,901906	0,022147	-0,005183	-0,00505	0,00046
12695	COMB28	Combination	0,538036	1,149148	0,022813	0,00556	-0,005169	0,0001
12696	COMB28	Combination	0,169553	1,219575	0,024769	0,005792	-0,004957	-0,00054
12697	COMB28	Combination	0,469957	-0,956002	0,025021	-0,005154	-0,005452	-0,00020
12698	COMB28	Combination	0,496124	-0,870904	0,264507	-0,004274	-0,006414	0,00044
12699	COMB28	Combination	0,1372	0,014957	0,267609	0,000768	-0,006096	0,00012
12700	COMB28	Combination	0,558775	1,024075	0,270932	0,004606	-0,006202	-0,00050
12701	COMB28	Combination	0.125648	0.006114	0.274469	-0.000685	-0.006368	-0.00019

Εικόνα 125 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 28

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
1	COMB92	Combination	Max	3,397261	-1,248897	-61,585251	-0,003491	-0,002462	-0,00032
1	COMB92	Combination	Min	3,342449	-1,26849	-60,810072	-0,003524	-0,00272	-0,000327
2	COMB92	Combination	Max	3,669462	-1,133665	-56,396729	-0,003311	-0,002763	-0,000243
2	COMB92	Combination	Min	3,621481	-1,153555	-54,080835	-0,003344	-0,003038	-0,000248
3	COMB92	Combination	Max	2,992161	-1,343944	-47,591434	-0,003558	-0,001753	-0,000443
3	COMB92	Combination	Min	2,926396	-1,363157	-46,835972	-0,003592	-0,00198	-0,000454
4	COMB92	Combination	Max	-3,246218	-1,228363	-46,817326	-0,003419	0,004434	0,000484
4	COMB92	Combination	Min	-4,04698	-1,865301	-46,812532	-0,00671	0,002613	0,000242
5	COMB92	Combination	Max	4,768598	-0,993098	-46,409964	-0,003285	-0,004487	-0,000128
5	COMB92	Combination	Min	4,753024	-1,03119	-46,391276	-0,003366	-0,00489	-0,000133
6	COMB92	Combination	Max	-3,463751	-1,114592	-46,372156	-0,003245	0,004965	0,000406
6	COMB92	Combination	Min	-4,420988	-1,734572	-45,93374	-0,006449	0,002789	0,000158
7	COMB92	Combination	Max	4,307024	-1,133877	-45,702687	-0,00328	-0,004366	-0,000064
7	COMB92	Combination	Min	4,287325	-1,172215	-45,624709	-0,00336	-0,00478	-0,00007
8	COMB92	Combination	Max	4,022644	-0,843657	-45,624086	-0,002557	-0,003106	-0,00019
8	COMB92	Combination	Min	3,981455	-0,864011	-45,610347	-0,002586	-0,003393	-0,000192
9	COMB92	Combination	Max	4,153258	-0,68345	-45,151758	-0,002136	-0,003225	-0,000142
9	COMB92	Combination	Min	4,114107	-0,7039	-44,953192	-0,002163	-0,003515	-0,000144
10	COMB92	Combination	Max	3,848486	-0,990904	-44,943081	-0,00291	-0,002926	-0,000225
10	COMB92	Combination	Min	3,804332	-1,011091	-44,851926	-0,00294	-0,003207	-0,000228
11	COMB92	Combination	Max	5,243243	-0,724697	-44,827245	-0,002335	-0,004831	-0,0001
11	COMB92	Combination	Min	5,227838	-0,756827	-44,763788	-0,002392	-0,005235	-0,000106
12	COMB92	Combination	Max	4,947819	-0,873264	-44,608634	-0,002343	-0,004621	-0,000106
12	COMB92	Combination	Min	4,932289	-0,905314	-44,543329	-0,0024	-0,005025	-0,000111
13	COMB92	Combination	Max	4,292101	-0,316664	-44,497748	-0,00095	-0,003342	-0,000069
13	COMB92	Combination	Min	4,25447	-0,337138	-44,073537	-0,000974	-0,003635	-0,000072

Εικόνα 126 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 92

TABLE: Joint Displacements									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
12689	COMB92	Combination	Min	0,440277	-2,226576	1,661684	-0,007444	-0,001749	-0,000416
12690	COMB92	Combination	Max	1,119393	-1,554385	1,661684	-0,003855	-0,001795	0,000587
12690	COMB92	Combination	Min	0,655682	-2,155904	1,663218	-0,00671	-0,002836	0,000244
12691	COMB92	Combination	Max	1,858495	2,345897	1,66402	0,008	-0,001853	0,00068
12691	COMB92	Combination	Min	1,413079	1,651412	1,66445	0,004678	-0,0029	0,000491
12692	COMB92	Combination	Max	1,272926	2,365076	1,667552	0,007385	-0,001884	-0,000286
12692	COMB92	Combination	Min	0,770021	1,73741	1,671642	0,00447	-0,002994	-0,000643
12693	COMB92	Combination	Max	1,715034	-1,490548	1,671642	-0,004143	-0,001964	-0,000556
12693	COMB92	Combination	Min	1,305473	-2,180457	1,688813	-0,007375	-0,003018	-0,000726
12694	COMB92	Combination	Max	1,790624	-1,698722	1,691448	-0,003723	-0,00238	0,000487
12694	COMB92	Combination	Min	1,405684	-2,299826	1,691448	-0,00657	-0,003783	0,000166
12695	COMB92	Combination	Max	1,869542	1,911624	1,701974	0,006821	-0,001275	0,001264
12695	COMB92	Combination	Min	1,542858	1,233468	1,701974	0,003496	-0,002636	0,001065
12696	COMB92	Combination	Max	1,932816	2,428666	1,71417	0,007151	-0,002392	-0,000217
12696	COMB92	Combination	Min	1,510931	1,804349	1,71417	0,004216	-0,003867	-0,000552
12697	COMB92	Combination	Max	1,754673	-1,1399	1,714832	-0,003163	-0,001393	-0,001115
12697	COMB92	Combination	Min	1,463208	-1,821624	1,714832	-0,006385	-0,002748	-0,001305
12698	COMB92	Combination	Max	1,566288	-1,759663	1,718748	-0,002498	-0,001823	0,000224
12698	COMB92	Combination	Min	1,315045	-2,347527	1,718748	-0,005171	-0,003484	-0,00012
12699	COMB92	Combination	Max	0,298738	0,155622	1,718748	-0,000149	0,000509	0,000926
12699	COMB92	Combination	Min	0,251591	-0,185549	1,740052	-0,001791	-0,001017	0,000355
12700	COMB92	Combination	Max	1,669752	2,403873	1,762347	0,00552	-0,001783	0,000073
12700	COMB92	Combination	Min	1,38843	1,814133	1,775391	0,002766	-0,003516	-0,000271
12701	COMB92	Combination	Max	0,27997	0,19646	1,782661	0,001866	0,000435	-0,00042
12701	COMB92	Combination	Min	0,23853	-0,1363	1,786835	0,000323	-0,001063	-0,000974

Εικόνα 127 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενου στο συνδυασμό φόρτισης COMP 92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Αξιολόγηση των Αποτελεσμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο θα επιχειρηθεί να αξιολογηθούν και να συγκριθούν τα αποτελέσματα των αναλύσεων του αρχικού (μη ενισχυμένου) φορέα και του ενισχυμένου φορέα της γέφυρας και τα οποία αφορούν κυρίως:

- α. Στις διαφορές των μεγεθών των διατομών μεταξύ αρχικού και ενισχυμένου φορέα
- β. Στα εντατικά μεγέθη των μελών της γέφυρας.
- γ. Στις μετατοπίσεις που παρουσιάζονται.

8.1 Διαφορές των μεγεθών των διατομών μεταξύ αρχικού και ενισχυμένου φορέα.

Όπως προαναφέρθηκε προκειμένου να αποφευχθεί η αστοχία των μελών της γέφυρας τα οποία αδυνατούν να παραλάβουν τα φορτία τα οποία επιβάλλαμε προχωρήσαμε στην αύξηση των διατομών τους με συγκόλληση ελασμάτων. Οι διαφορές μεταξύ αρχικών και ενισχυμένων διατομών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΜΕΛΟΥΣ	ΕΝΙΣΧΥΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ	ΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ(mm)	ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ(mm)	ΜΕΤΑΒΟΛΗ
ΜΗΚΙΔΑ	t_f	6	12	100%
ΜΗΚΙΔΑ	t_w	6	12	100%
ΠΕΛΜΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	t_f	10	30	200%
ΠΕΛΜΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	t_w	8	24	200%
ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ	t_f	12	36	300%
ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ	t_w	7,5	22,5	300%
ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΙ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	t_f	7	21	300%
ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΙ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	t_w	4	12	300%

Πίνακας 20 Διαστάσεις αρχικών και ενισχυμένων διατομών

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι απαιτείται σημαντική μεταβολή στις διαστάσεις των μελών της γέφυρας που αστοχούν, προκειμένου αυτά με την επερχόμενη αύξηση του εμβαδού και των διαστάσεων τους, να δύνανται να παραλάβουν τόσο τα αξονικά φορτία $N_{c,RD}$ όσο και τις ροπές $M_{y,Rk}$, $M_{z,Rk}$, μεγέθη στα οποία όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 6 ευθύνονται για την πρόκληση της αστοχίας τους.

8.2 Εντατικά μεγέθη των μελών της γέφυρας

8.2.1. Μηκίδα

Συγκρίνοντας τους πίνακες εντατικών μεγεθών της αρχική και της ενισχυμένης μηκίδας παρατηρούμε μία μικρή αύξηση της ασκούμενης θλιπτικής δύναμης P καθώς και της τέμνουσας V3 ενώ ταυτόχρονα μειώνετε η καμπτική ροπή M3. Η αυξημένη θλιπτική δύναμη P και τέμνουσα V3 δύνανται να παραληφθούν από την μηκίδα λόγω της αυξημένης διατομής της.

ΑΡΧΙΚΗ ΜΗΚΙΔΑ

TABLE: Element Forces - Frames													
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation	
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm	
3535	0	COMB16	Combination	Max	65,665	-0,38	42,996	268,43	30466,09	12208,14	3535-1		
3535	380,88	COMB16	Combination	Max	65,665	40,394	42,996	268,43	21071,28	48178,38	3535-1		380,8
3535	761,75	COMB16	Combination	Max	65,665	81,167	42,996	268,43	11676,47	83647,18	3535-1		761,7
3535	1142,63	COMB16	Combination	Max	65,665	121,941	42,996	268,43	2281,66	118614,55	3535-1		1142,6
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	65,665	162,715	42,996	268,43	-7113,15	153080,5	3535-1		1523,
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	65,665	162,715	42,996	268,43	-7113,15	153080,5	3535-1		1523,
3535	1524	COMB16	Combination	Max	65,665	162,717	42,996	268,43	-7118,5	152999,17	3535-1		152
3535	1524	COMB16	Combination	Max	64,168	160,541	-4,29	11,23	-7173	152996,65	3535-2		152
3535	1905	COMB16	Combination	Max	64,168	205,651	-4,29	11,23	-4292,1	117975,1	3535-2		38
3535	2286	COMB16	Combination	Max	64,168	250,762	-4,29	11,23	-1411,21	82451,78	3535-2		76
3535	2667	COMB16	Combination	Max	64,168	295,872	-4,29	11,23	1469,69	46426,7	3535-2		114
3535	3048	COMB16	Combination	Max	64,168	340,983	-4,29	11,23	4350,58	9899,87	3535-2		152
3535	0	COMB16	Combination	Min	-486,599	-180,895	10,672	-16,99	8734,08	-120255,49	3535-1		
3535	380,88	COMB16	Combination	Min	-486,599	-179,579	10,672	-16,99	-2209,19	-90140,96	3535-1		380,8
3535	761,75	COMB16	Combination	Min	-486,599	-178,262	10,672	-16,99	-13152,47	-60527,86	3535-1		761,7
3535	1142,63	COMB16	Combination	Min	-486,599	-176,946	10,672	-16,99	-24095,75	-31416,2	3535-1		1142,6
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	-486,599	-175,629	10,672	-16,99	-35039,02	-2805,96	3535-1		1523,
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	-486,599	-175,629	10,672	-16,99	-35039,02	-2805,96	3535-1		1523,
3535	1524	COMB16	Combination	Min	-486,599	-10,936	10,672	-16,99	-35060,52	-2800,5	3535-1		152
3535	1524	COMB16	Combination	Min	-487,768	-10,759	-26,071	-271,82	-35381,44	-2804,27	3535-2		
3535	1905	COMB16	Combination	Min	-487,768	-9,442	-26,071	-271,82	-26726,36	-25283,42	3535-2		38
3535	2286	COMB16	Combination	Min	-487,768	-8,125	-26,071	-271,82	-18071,29	-48264,32	3535-2		76
3535	2667	COMB16	Combination	Min	-487,768	-6,808	-26,071	-271,82	-9416,22	-71746,99	3535-2		114
3535	3048	COMB16	Combination	Min	-487,768	-5,491	-26,071	-271,82	-761,15	-95731,42	3535-2		152

ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ ΜΗΚΙΔΑ

TABLE: Element Forces - Frames													
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation	
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm	
3535	0	COMB16	Combination	Max	-380,832	-172,007	-26,605	-1033,31	-33252,29	-1819,13	3535-1		0
3535	380,88	COMB16	Combination	Max	-380,832	-170,542	-26,605	-1033,31	-33125,27	-28511,45	3535-1		380,88
3535	761,75	COMB16	Combination	Max	-380,832	-169,078	-26,605	-1033,31	-33105,13	-55761,97	3535-1		761,75
3535	1142,63	COMB16	Combination	Max	-380,832	-167,613	-26,605	-1033,31	-33105,13	-83570,69	3535-1		1142,63
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	-380,832	-166,148	-26,605	-1033,31	-25228,69	-111937,61	3535-1		1523,5
3535	1523,5	COMB16	Combination	Max	-380,423	-166,148	-4,45	-33,9	-22508,28	-117467,29	3535-1		1523,5
3535	1524	COMB16	Combination	Max	-380,423	-4,517	-4,45	-33,9	-17205,08	-87713,09	3535-1		1524
3535	1524	COMB16	Combination	Max	-380,423	-4,151	-4,45	-33,9	-11911,43	-58516,72	3535-2		0
3535	1905	COMB16	Combination	Max	-380,423	-2,69	-4,45	-33,9	-9181,48	-29878,19	3535-2		381
3535	2286	COMB16	Combination	Max	-380,423	-1,229	-4,45	-33,9	-7776,12	-1797,48	3535-2		762
3535	2667	COMB16	Combination	Max	-380,423	-0,219	11,335	-33,9	-7549,13	-1797,48	3535-2		1143
3535	3048	COMB16	Combination	Max	-380,423	0,232	11,335	-33,9	-7540,95	-1795,22	3535-2		1524
3535	0	COMB16	Combination	Min	48,494	1,693	11,335	16,53	-7540,95	141343,18	3535-1		0
3535	380,88	COMB16	Combination	Min	48,494	42,724	11,335	16,53	-4000,37	106859,67	3535-1		380,88
3535	761,75	COMB16	Combination	Min	48,494	85,667	11,335	16,53	-1314,57	71817,97	3535-1		761,75
3535	1142,63	COMB16	Combination	Min	48,494	128,611	11,335	16,53	-1157,88	36218,07	3535-1		1142,63
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	48,494	163,189	11,335	16,53	-224,62	59,97	3535-1		1523,5
3535	1523,5	COMB16	Combination	Min	49,516	171,554	40,281	1021,55	1409,92	9791,38	3535-1		1523,5
3535	1524	COMB16	Combination	Min	49,516	171,554	40,281	1021,55	3551,13	43539,58	3535-1		1524
3535	1524	COMB16	Combination	Min	49,516	171,556	40,281	1021,55	7326,88	76729,94	3535-2		0
3535	1905	COMB16	Combination	Min	49,516	208,293	40,281	1021,55	9282,28	109362,48	3535-2		381
3535	2286	COMB16	Combination	Min	49,516	253,397	40,281	1021,55	10360,79	141437,18	3535-2		762
3535	2667	COMB16	Combination	Min	49,516	298,502	40,281	1021,55	19311,66	141437,18	3535-2		1143
3535	3048	COMB16	Combination	Min	49,516	343,606	40,281	1021,55	28262,53	141351,49	3535-2		1524

Εικόνα 128 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικής και ενισχυμένης μηκίδας

8.2.2 Πέλματα πλαισίων

ΑΡΧΙΚΟ ΠΕΛΜΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
10797	0	COMB22	Combination	Max	757,441	6,082	20,538	-14,52	11896,47	1685,46	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	757,441	6,161	20,538	-14,52	6992,02	223,65	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	757,381	6,161	20,442	-14,52	6992,02	223,65	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Max	757,381	6,323	20,442	-14,52	-1646,61	-1245,41	10797-2	485,1
10797	0	COMB22	Combination	Min	486,081	-5,872	9,202	-67,09	4340,21	-5801,02	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	486,081	-5,792	9,202	-67,09	1870,79	-4411,02	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	486,052	-5,792	9,145	-67,09	1870,79	-4411,02	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Min	486,052	-5,63	9,145	-67,09	-4136,4	-3300,44	10797-2	485,1

ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΠΕΛΜΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
10797	0	COMB22	Combination	Max	706,224	-4,93	11,474	-111,65	-4116,94	-5248,5	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	706,224	-4,741	11,474	-111,65	-1709,8	-4093,84	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Max	706,233	-4,741	11,494	-111,65	2862,95	-4093,84	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Max	706,233	-4,357	11,494	-111,65	2862,95	-3747,94	10797-2	485,1
10797	0	COMB22	Combination	Min	978,827	8,12	23,43	-499,37	5739,94	-1650,12	10797-1	0
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	978,827	8,309	23,43	-499,37	8181,61	-1650,12	10797-1	238,8
10797	238,8	COMB22	Combination	Min	978,846	8,309	23,46	-499,37	8181,61	741,58	10797-2	0
10797	723,9	COMB22	Combination	Min	978,846	8,693	23,46	-499,37	13783,84	741,58	10797-2	485,1

Εικόνα 129 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικού και ενισχυμένου πέλματος πλαισίου

Συγκρίνοντας τους πίνακες εντατικών μεγεθών του αρχικού και του ενισχυμένου πέλματος πλαισίου, παρατηρούμε μία μικρή αύξηση της ασκούμενης θλιπτικής δύναμης P καθώς της τέμνουσας V3 αλλά και της καμπτικής ροπής M3 στο ενισχυμένο πέλμα πλαισίου. Τα εν λόγω αυξημένα εντατικά μεγέθη δύναται να παραληφθούν από το πέλμα του πλαισίου λόγω της αυξημένης διατομής του.

8.2.3. Διαδοκίδες

ΑΡΧΙΚΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3018	0	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,845	303,458	194,8	41530,66	19925,91	3018-1	C
3018	270	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,845	303,458	194,8	41530,66	19925,91	3018-1	270
3018	270	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,712	303,458	194,8	41372,97	19829,42	3018-2	C
3018	510	COMB92	Combination	Max	-155,185	75,712	303,458	194,8	41372,97	19829,42	3018-2	240
3018	510	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,334	216,34	151,39	24991,06	16115,15	3018-3	C
3018	750	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,334	216,34	151,39	24991,06	16115,15	3018-3	240
3018	750	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,216	216,34	151,39	24647,25	15608,86	3018-4	C
3018	970,24	COMB92	Combination	Max	-155,544	55,216	216,34	151,39	24647,25	15608,86	3018-4	220,24
3018	970,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,165	156,515	104,32	18110,39	11621,71	3018-5	C
3018	1210,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,165	156,515	104,32	18110,39	11621,71	3018-5	240
3018	1210,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,047	156,515	104,32	17815,35	10902,45	3018-6	C
3018	1450,24	COMB92	Combination	Max	-160,225	46,047	156,515	104,32	17815,35	10902,45	3018-6	240
3018	1450,24	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,739	115,087	81,69	11122,09	8705,08	3018-7	C
3018	1670,48	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,739	115,087	81,69	11122,09	8705,08	3018-7	220,24
3018	1670,48	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,63	115,087	81,69	10887,25	8664,62	3018-8	C
3018	1910,48	COMB92	Combination	Max	-160,968	43,63	115,087	81,69	10887,25	8664,62	3018-8	240
3018	1910,48	COMB92	Combination	Max	-180,966	31,015	82,217	65,13	9650,78	8015,18	3018-9	C
3018	2150,48	COMB92	Combination	Max	-180,966	31,015	82,217	65,13	9650,78	8015,18	3018-9	240
3018	2150,48	COMB92	Combination	Max	-180,966	30,896	82,217	65,13	9509,92	7836,09	3018-10	C
3018	2370,72	COMB92	Combination	Max	-180,966	30,896	82,217	65,13	9509,92	7836,09	3018-10	220,24
3018	2370,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,267	57,827	42,78	6750,56	7360,27	3018-11	C
3018	2610,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,267	57,827	42,78	6750,56	7360,27	3018-11	240
3018	2610,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,148	57,827	42,78	6687,32	7133,97	3018-12	C
3018	2850,72	COMB92	Combination	Max	-182,62	24,148	57,827	42,78	6687,32	7133,97	3018-12	240
3018	2850,72	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,457	39,754	25,89	3074,86	5210,97	3018-13	C
3018	3070,96	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,457	39,754	25,89	3074,86	5210,97	3018-13	220,24
3018	3070,96	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,348	39,754	25,89	3058,22	4839,84	3018-14	C
3018	3310,96	COMB92	Combination	Max	-197,864	20,348	39,754	25,89	3058,22	4839,84	3018-14	240
3018	3310,96	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,743	24,511	23,45	2957,89	4001,01	3018-15	C
3018	3550,96	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,743	24,511	23,45	2957,89	4001,01	3018-15	240
3018	3550,96	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,625	24,511	23,45	2922,08	3562,14	3018-16	C
3018	3771,2	COMB92	Combination	Max	-200,095	11,625	24,511	23,45	2922,08	3562,14	3018-16	220,24
3018	3771,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,663	11,319	17,46	1405,59	430,41	3018-17	C
3018	4011,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,663	11,319	17,46	1405,59	430,41	3018-17	240
3018	4011,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,544	11,319	17,46	1343,21	280,34	3018-18	C
3018	4251,2	COMB92	Combination	Max	-214,934	5,544	11,319	17,46	1343,21	280,34	3018-18	240
3018	4251,2	COMB92	Combination	Max	-220,036	-0,384	-0,273	1,18	-1242,34	-147,63	3018-19	C
3018	4521,2	COMB92	Combination	Max	-220,036	-0,384	-0,273	1,18	-1242,34	-147,63	3018-19	270
3018	0	COMB92	Combination	Min	-220,036	-0,492	-0,273	1,18	-1302,48	-820,36	3018-1	C
3018	270	COMB92	Combination	Min	-220,036	-0,492	-0,273	1,18	-1302,48	-820,36	3018-1	270
3018	270	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,319	-11,812	-15,4	-1373,44	-1808,76	3018-2	C
3018	510	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,319	-11,812	-15,4	-1373,44	-1808,76	3018-2	240
3018	510	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,437	-11,812	-15,4	-1429,23	-2464,22	3018-3	C
3018	750	COMB92	Combination	Min	-220,14	-6,437	-11,812	-15,4	-1429,23	-2464,22	3018-3	240
3018	750	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,425	-24,774	-23,85	-2960,56	-6998,92	3018-4	C
3018	970,24	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,425	-24,774	-23,85	-2960,56	-6998,92	3018-4	220,24
3018	970,24	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,544	-24,774	-23,85	-2987,86	-7811,86	3018-5	C
3018	1210,24	COMB92	Combination	Min	-240,748	-12,544	-24,774	-23,85	-2987,86	-7811,86	3018-5	240
3018	1210,24	COMB92	Combination	Min	-241,567	-21,315	-39,595	-39,82	-5662,25	-8961,19	3018-6	C
3018	1450,24	COMB92	Combination	Min	-241,567	-21,315	-39,595	-39,82	-5662,25	-8961,19	3018-6	240
3018	1670,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,051	-57,204	-40,05	-7041,74	-9803,66	3018-8	C
3018	1910,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,051	-57,204	-40,05	-7041,74	-9803,66	3018-8	240
3018	1910,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,169	-57,204	-40,05	-7127,92	-10712,98	3018-9	C
3018	2150,48	COMB92	Combination	Min	-245,774	-25,169	-57,204	-40,05	-7127,92	-10712,98	3018-9	240
3018	2150,48	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,875	-80,965	-62,82	-9921,79	-15184,64	3018-10	C
3018	2370,72	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,875	-80,965	-62,82	-9921,79	-15184,64	3018-10	240
3018	2370,72	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,994	-80,965	-62,82	-10081,37	-16174,95	3018-11	C
3018	2610,72	COMB92	Combination	Min	-249,481	-31,994	-80,965	-62,82	-10081,37	-16174,95	3018-11	240
3018	2610,72	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,863	-113,016	-79,3	-14003,3	-20026,57	3018-12	C
3018	2850,72	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,863	-113,016	-79,3	-14003,3	-20026,57	3018-12	240
3018	2850,72	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,972	-113,016	-79,3	-14224,57	-21148,06	3018-13	C
3018	3070,96	COMB92	Combination	Min	-280,842	-44,972	-113,016	-79,3	-14224,57	-21148,06	3018-13	240
3018	3070,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,209	-153,927	-99,65	-19127,19	-25772,98	3018-14	C
3018	3310,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,209	-153,927	-99,65	-19127,19	-25772,98	3018-14	240
3018	3310,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,328	-153,927	-99,65	-19453,29	-27440,41	3018-15	C
3018	3550,96	COMB92	Combination	Min	-285,466	-47,328	-153,927	-99,65	-19453,29	-27440,41	3018-15	240
3018	3550,96	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,47	-213,293	-147,39	-26543	-28450,64	3018-16	C
3018	3771,2	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,47	-213,293	-147,39	-26543	-28450,64	3018-16	240
3018	3771,2	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,589	-213,293	-147,39	-26930,47	-29742,06	3018-17	C
3018	4011,2	COMB92	Combination	Min	-302,818	-56,589	-213,293	-147,39	-26930,47	-29742,06	3018-17	240
3018	4011,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,258	-300,219	-190,02	-39686,26	-46233,14	3018-18	C
3018	4251,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,258	-300,219	-190,02	-39686,26	-46233,14	3018-18	240
3018	4251,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,391	-300,219	-190,02	-40402,99	-48318,08	3018-19	C
3018	4521,2	COMB92	Combination	Min	-305,618	-77,391	-300,219	-190,02	-40402,99	-48318,08	3018-19	240

ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ ΔΙΑΔΟΚΙΔΑ

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3018	0	COMB16	Combination	Max	-554,129	-92,223	-434,712	-6463,46	-56342,03	-63645,83	3018-1	0
3018	270	COMB16	Combination	Max	-554,129	-92,223	-434,712	-6463,46	-56342,03	-63645,83	3018-1	270
3018	270	COMB16	Combination	Max	-554,129	-91,662	-434,712	-6463,46	-55461,44	-61101,33	3018-2	0
3018	510	COMB16	Combination	Max	-554,129	-91,662	-434,712	-6463,46	-55461,44	-61101,33	3018-2	240
3018	510	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,726	-316,334	-6078,17	-41513,43	-42444,98	3018-3	0
3018	750	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,726	-316,334	-6078,17	-41513,43	-42444,98	3018-3	240
3018	750	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,227	-316,334	-6078,17	-40896,41	-40825,06	3018-4	0
3018	970,24	COMB16	Combination	Max	-548,762	-73,227	-316,334	-6078,17	-40896,41	-40825,06	3018-4	220,24
3018	970,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-62,349	-245,143	-4989,68	-32440,08	-38821,32	3018-5	0
3018	1210,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-62,349	-245,143	-4989,68	-32440,08	-38821,32	3018-5	240
3018	1210,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-61,85	-245,143	-4989,68	-31874,78	-36841,31	3018-6	0
3018	1450,24	COMB16	Combination	Max	-528,651	-61,85	-245,143	-4989,68	-31874,78	-36841,31	3018-6	240
3018	1450,24	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,6	-192,08	-3797,27	-25643,19	-32806,16	3018-7	0
3018	1670,48	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,6	-192,08	-3797,27	-25643,19	-32806,16	3018-7	220,24
3018	1670,48	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,142	-192,08	-3797,27	-25228,68	-31399,71	3018-8	0
3018	1910,48	COMB16	Combination	Max	-521,474	-55,142	-192,08	-3797,27	-25228,68	-31399,71	3018-8	240
3018	1910,48	COMB16	Combination	Max	-479,531	-42,482	-147,926	-3021,78	-19354,55	-24810,55	3018-9	0
3018	2150,48	COMB16	Combination	Max	-479,531	-42,482	-147,926	-3021,78	-19354,55	-24810,55	3018-9	240
3018	2150,48	COMB16	Combination	Max	-479,531	-41,983	-147,926	-3021,78	-18952,51	-23608,52	3018-10	0
3018	2370,72	COMB16	Combination	Max	-479,531	-41,983	-147,926	-3021,78	-18952,51	-23608,52	3018-10	220,24
3018	2370,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-33,48	-109,901	-2175	-14730,99	-23069,49	3018-11	0
3018	2610,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-33,48	-109,901	-2175	-14730,99	-23069,49	3018-11	240
3018	2610,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-32,981	-109,901	-2175	-14383,93	-21430,53	3018-12	0
3018	2850,72	COMB16	Combination	Max	-473,585	-32,981	-109,901	-2175	-14383,93	-21430,53	3018-12	240
3018	2850,72	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,666	-78,487	-1301,24	-12228,28	-17902,21	3018-13	0
3018	3070,96	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,666	-78,487	-1301,24	-12228,28	-17902,21	3018-13	220,24
3018	3070,96	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,209	-78,487	-1301,24	-11970,72	-17703,72	3018-14	0
3018	3310,96	COMB16	Combination	Max	-449,961	-26,209	-78,487	-1301,24	-11970,72	-17703,72	3018-14	240
3018	3310,96	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,787	-50,593	-1297,13	-7050,75	-16881,19	3018-15	0
3018	3550,96	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,787	-50,593	-1297,13	-7050,75	-16881,19	3018-15	240
3018	3550,96	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,288	-50,593	-1297,13	-6815,03	-16665,15	3018-16	0
3018	3771,2	COMB16	Combination	Max	-447,354	-16,288	-50,593	-1297,13	-6815,03	-16665,15	3018-16	220,24
3018	3771,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,746	-23,715	-720,12	-3811,66	-11615,5	3018-17	0
3018	4011,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,746	-23,715	-720,12	-3811,66	-11615,5	3018-17	240
3018	4011,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,247	-23,715	-720,12	-3596,75	-10874,53	3018-18	0
3018	4251,2	COMB16	Combination	Max	-409,902	-8,247	-23,715	-720,12	-3596,75	-10874,53	3018-18	240
3018	4251,2	COMB16	Combination	Max	-406,053	-0,876	0,882	52,02	-3261,14	-10769,13	3018-19	0
3018	4521,2	COMB16	Combination	Max	-406,053	-0,876	0,882	52,02	-3261,14	-10769,13	3018-19	270
3018	0	COMB16	Combination	Min	-406,053	-0,418	0,882	52,02	-3066,93	-9589,08	3018-1	0
3018	270	COMB16	Combination	Min	-406,053	-0,418	0,882	52,02	-3066,93	-9589,08	3018-1	270
3018	270	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,029	25,429	807,28	2094,95	-7567,86	3018-2	0
3018	510	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,029	25,429	807,28	2094,95	-7567,86	3018-2	240
3018	510	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,527	25,429	807,28	2291,4	-6868,51	3018-3	0
3018	750	COMB16	Combination	Min	-404,221	7,527	25,429	807,28	2291,4	-6868,51	3018-3	240
3018	750	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,045	52,501	851,42	5315,29	-3640,22	3018-4	0
3018	970,24	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,045	52,501	851,42	5315,29	-3640,22	3018-4	220,24
3018	970,24	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,543	52,501	851,42	5327,18	-3210,81	3018-5	0
3018	1210,24	COMB16	Combination	Min	-403,197	15,543	52,501	851,42	5327,18	-3210,81	3018-5	240
3018	1210,24	COMB16	Combination	Min	-390,739	24,835	80,855	1386,28	5549,59	-3115,77	3018-6	0
3018	1450,24	COMB16	Combination	Min	-390,739	24,835	80,855	1386,28	5549,59	-3115,77	3018-6	240
3018	1450,24	COMB16	Combination	Min	-390,739	25,292	80,855	1386,28	5579,25	-2714,3	3018-7	0
3018	1670,48	COMB16	Combination	Min	-390,739	25,292	80,855	1386,28	5579,25	-2714,3	3018-7	220,24
3018	1670,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	31,64	112,58	2289,33	11992,22	-520,5	3018-8	0
3018	1910,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	31,64	112,58	2289,33	11992,22	-520,5	3018-8	240
3018	1910,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	32,138	112,58	2289,33	12288,18	-206,41	3018-9	0
3018	2150,48	COMB16	Combination	Min	-384,763	32,138	112,58	2289,33	12288,18	-206,41	3018-9	240
3018	2150,48	COMB16	Combination	Min	-381,808	40,57	151,136	3122,43	16549,67	149,25	3018-10	0
3018	2370,72	COMB16	Combination	Min	-381,808	40,57	151,136	3122,43	16549,67	149,25	3018-10	220,24
3018	2370,72	COMB16	Combination	Min	-381,808	41,069	151,136	3122,43	16918,19	758,14	3018-11	0
3018	2610,72	COMB16	Combination	Min	-381,808	41,069	151,136	3122,43	16918,19	758,14	3018-11	240
3018	2610,72	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,537	196,078	3903,69	17075,04	956,26	3018-12	0
3018	2850,72	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,537	196,078	3903,69	17075,04	956,26	3018-12	240
3018	2850,72	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,995	196,078	3903,69	17541,03	1028,64	3018-13	0
3018	3070,96	COMB16	Combination	Min	-353,36	53,995	196,078	3903,69	17541,03	1028,64	3018-13	220,24
3018	3070,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,244	249,579	5129,18	26959,53	1518,68	3018-14	0
3018	3310,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,244	249,579	5129,18	26959,53	1518,68	3018-14	240
3018	3310,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,743	249,579	5129,18	27458,93	1540,35	3018-15	0
3018	3550,96	COMB16	Combination	Min	-351,961	60,743	249,579	5129,18	27458,93	1540,35	3018-15	240
3018	3550,96	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,486	321,087	6179,85	35023,7	5971,85	3018-16	0
3018	3771,2	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,486	321,087	6179,85	35023,7	5971,85	3018-16	220,24
3018	3771,2	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,985	321,087	6179,85	35547,46	6548,64	3018-17	0
3018	4011,2	COMB16	Combination	Min	-345,376	71,985	321,087	6179,85	35547,46	6548,64	3018-17	240
3018	4011,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	89,571	438,484	6469,1	61910,7	9936,92	3018-18	0
3018	4251,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	89,571	438,484	6469,1	61910,7	9936,92	3018-18	240
3018	4251,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	90,132	438,484	6469,1	62048,68	10079,47	3018-19	0
3018	4521,2	COMB16	Combination	Min	-344,69	90,132	438,484	6469,1	62048,68	10079,47	3018-19	270

Εικόνα 130 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικής και ενισχυμένης διαδοκίδας

Συγκρίνοντας τους πίνακες εντατικών μεγεθών της αρχικής και της ενισχυμένης διαδοκίδας, παρατηρούμε μείωση της ασκούμενης θλιπτικής δύναμης P , της τέμνουσας V3 αλλά και της καμπτικής ροπής M3.

8.2.4. Ορθοστάτες - Διαγώνιοι πλαισίων

ΑΡΧΙΚΟΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣ - ΔΙΑΓΩΝΙΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3890	0	COMB28	Combination	-212,842	-1,81E-18	0,03	1,31	0	0	3890-1	0
3890	511,87	COMB28	Combination	-212,813	0	-9,368E-18	1,31	-7,56	4,631E-16	3890-1	511,87
3890	1023,75	COMB28	Combination	-212,783	1,81E-18	-0,03	1,31	9,592E-15	0	3890-1	1023,75

ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΗΣ - ΔΙΑΓΩΝΙΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	mm	Text	Text	KN	KN	KN	KN-mm	KN-mm	KN-mm	Text	mm
3890	0	COMB28	Combination	-250,984	-4,624E-18	-0,076	6,09	0	0	3890-1	0
3890	511,87	COMB28	Combination	-250,909	0	0	6,09	0	0	3890-1	511,87
3890	1023,75	COMB28	Combination	-250,833	4,624E-18	0,076	6,09	-19,33	0	3890-1	1023,75

Εικόνα 131 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικού και ενισχυμένου ορθοστάτη και διαγώνιου πλαισίων

Συγκρίνοντας τους πίνακες εντατικών μεγεθών του αρχικού και του ενισχυμένου ορθοστάτη - διαγώνιου πλαισίων, παρατηρούμε αύξηση της ασκούμενης θλιπτικής δύναμης P η οποία δύναται να παραληφθεί από την ενισχυμένη διατομή και ταυτόχρονα μείωση της τέμνουσας V3 αλλά και της καμπτικής ροπής M3.

8.3. Μετατοπίσεις

Από τη σύγκριση των μετατοπίσεων του φορέα στην αρχική και ενισχυμένη μορφή του προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΦΟΡΕΑ								ΜΕΓΙΣΤΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΦΟΡΕΑ							
COMP 16		COMP 22		COMP 28		COMP92		COMP 16		COMP 22		COMP 28		COMP 92	
ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ	ΑΡΧΙΚΗ	ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ
1,080	0,703	1,014	0,263	0,612	0,274	1,269	1,786	-185,387	-83,177	-220,339	-104,689	-110,874	-51,498	-143,427	-61,585
ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ		ΜΕΤΑΒΟΛΗ	
-34,9%		-74,71%		-55,23%		40,74%		-55,13		-52,49		-53,55		-57,06	

Πίνακας 21 Συγκριτικός πίνακας μετατοπίσεων φορέα

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι μεταξύ του αρχικού και του ενισχυμένου φορέα διαπιστώνεται διαφορά δηλαδή μία σαφή μείωση στη μετατόπιση του η οποία δικαιολογείται λόγω της αύξησης των διαστάσεων των διατομών στον ενισχυμένο φορέα.

8.4 Επίλογος

Όπως είναι φανερό από την εργασία που παρουσιάστηκε παραπάνω, προκύπτει ότι είναι δυνατή η σκυροδέτηση του καταστρώματος της γέφυρας από πλάκα σκυροδέματος πάχους 20 εκατοστών ενισχύοντας κατά αυτό τον τρόπο το αίσθημα ασφαλείας των χρηστών της αφού έτσι θα μειώνονται η ταλαντώσεις του καταστρώματος. Επιπλέον προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα αστοχιών των μελών της γέφυρας εξαιτίας των συνδυασμών φορτίσεων, αυτά θα πρέπει να ενισχυθούν κατάλληλα προκειμένου να ανταπεξέρχονται στις απαιτήσεις του Ευρωκώδικα. Η υπόψη γέφυρα είναι φανερό ότι θα μπορέσει να συνεχίσει την αποστολή για την οποία σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε δηλαδή να γεφυρώνει ανοίγματα με ταχύτητα, εξυπηρετώντας την κυκλοφορία οχημάτων -πεζών και δίνοντας γρήγορες και άμεσες λύσεις στον κρατικό μηχανισμό σε περίπτωση καταστροφής γεφυρών από θεομηνίες και καταστροφές.

Βιβλιογραφία

1. Chase, Cody. *A Look at Bridges: A Study of Types, Histories, and*. Connecticut College, 2015.
2. <http://www.thinkdefence.co.uk/2012/01/uk-military-bridging-equipment-the-bailey-bridge>. ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019.
3. L.D, Robberts. "The Bailey:The Amazing, All-Purpose Bridge."
4. LTD, ASSOCIATED CONSUNTINING ENGINEERS ACE. *EVALUATION OF BAILEY BRIDGE AT ARUNDU*. ASSOCIATED CONSUNTINING ENGINEERS ACE LTD.
5. USA ARMY, HEADQUARTERS DEPARTMENT OF THE. *BAILEY BRIDGE FM 5-277*. Washington, DC, 9 May 1986.
6. ΑΝΧΗΣ(ΜΧ) ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΒΑΡΛΑΜΟΣ, *ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ 10-*.
7. ΕΡΜΟΠΟΥΛΟΣ. *ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ* . ΚΛΕΙΔΑΡΙΘΜΟΣ.
8. ΤΧΗΣ (ΜΧ) ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ. "Εκτίμηση Δυναμικών Χαρακτηριστικών Γέφυρας Bailey και Διερεύνηση Μεθόδων Μείωσης των Επιδράσεων στο Φορέα." In *ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ*. Αθήνα, Ιούλιος 2014.
9. ΓΕΝΙΚΟ ΕΠΙΤΕΛΕΙΟ ΣΤΡΑΤΟΥ, *ΤΕ 10-210 ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ*. ΓΕΝΙΚΟ ΕΠΙΤΕΛΕΙΟ ΣΤΡΑΤΟΥ.
10. ΤΧΗΣ(ΜΧ)ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ. "ΒΑΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ."

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1:Μορφές φορέα Bailey	15
Εικόνα 2:Κύρια μέρη και εξαρτήματα συλλογής γέφυρας Bailey	17
Εικόνα 3 Πλαίσιο	18
Εικόνα 4 Διαδοκίδα	19
Εικόνα 5 Μηκίδα	20
Εικόνα 6 Δίπλακες	20
Εικόνα 7 Επιζυγίδες	21
Εικόνα 8 Ακραίοι Ορθοστάτες	22
Εικόνα 9 Εφέδρανα	23
Εικόνα 10 Πλάκα Εδράσεως	24
Εικόνα 11 Αναβαθμοί	25
Εικόνα 12 Εγκάρσιο Πλαίσιο	26
Εικόνα 13:Πείροι και βλήτρα σύνδεσης	26
Εικόνα 14:Απεικόνιση πλαισίου 10 ποδών	27
Εικόνα 15:Επίλυση πλαισίου με το Sap14 για τον υπολογισμό του Sv	32
Εικόνα 16:Πείρος Σύνδεσης Πλαισίων	35
Εικόνα 17: Πείρος στη θέση σύνδεσης	35
Εικόνα 18:Συνδετήρας Διαδοκίδας	36
Εικόνα 19:Λεπτομέρεια έδρασης της γέφυρας μέσω ορθοστάτη στη πλάκα έδρασης.	38
Εικόνα 20:Λεπτομέρεια έδρασης απλού φορέα 80 ποδών	38
Εικόνα 21 Πρόβολος με υπερυψωμένα άκρα λόγω χρήσεως των συνδέσμων ανυψώσεως	41
Εικόνα 22 Συναρμολόγηση πρώτου στοιχείου Δ/Α γέφυρας με την δεύτερη και	41
Εικόνα 23: Ανεύρεση θέσεων γεφυρών Bailey στον ορθοφωτοχάρτη της Google	44
Εικόνα 24: Αποθήκευση συντεταγμένων και υπερσυνδέσμων των γεφυρών Bailey απο τον ορθοφωτοχάρτη της Google	45
Εικόνα 25: Αρχείο excel με τα δεδομένα των γεφυρών Bailey	46
Εικόνα 26: Αρχείο excel με τα δεδομένα των γεφυρών Bailey	47
Εικόνα 27: Αρχείο με όλες τις υπερσυνδέσεις των Γεφυρών bailey στην εφαρμογή Google earth.	50
Εικόνα 28 : Γέφυρα bailey όπως αυτή παρουσιάζεται στην εφαρμογή Google street.	50
Εικόνα 29 Πίνακας ιδιοτήτων μηκίδας	56
Εικόνα 30 Πίνακας ιδιοτήτων πελμάτων πλαισίων	58
Εικόνα 31 Πίνακας ιδιοτήτων διαδοκίδων	60
Εικόνα 32 Πίνακας ιδιοτήτων ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	62
Εικόνα 33: Πρότυπο μοντέλο πλήρους στοιχείου φορέα διπλού απλού	74
Εικόνα 34: Πρότυπο μοντέλο πλήρους στοιχείου φορέα διπλού απλού σε 3D	74
Εικόνα 35:Φορέας 16 διπλών πλήρων στοιχείων 48,768 m (160 ποδών)	75
Εικόνα 36 1η Ιδιομορφή	108
Εικόνα 37 2η Ιδιομορφή	109
Εικόνα 38 3η Ιδιομορφή	109
Εικόνα 39 4η Ιδιομορφή	109
Εικόνα 40 5η Ιδιομορφή	110
Εικόνα 41 6η Ιδιομορφή	110
Εικόνα 42 Αφόρτιστη κατάσταση γέφυρας	111
Εικόνα 43 Φορτισμένη κατάσταση γέφυρας	111
Εικόνα 44:Κατάρρευση γέφυρας στη Κόστα Ρίκα το 2012 Εικόνα 45:Κατάρρευση γέφυρας στην Ινδία	112
Εικόνα 46 Αποτέλεσμα ανάλυσης μηκίδας	114
Εικόνα 47 Αστοχία μηκίδων	115
Εικόνα 48 Παραμόρφωση γέφυρας - μηκίδων λόγω συνδυασμού COMB16	116
Εικόνα 49 Κατανομή αξονικών δυνάμεων συνδιασμού φόρτισης COMB 16 αστοχίας μηκίδας	117
Εικόνα 50 Κατανομή τάσεων συνδυασμού φόρτισης COMB 16 αστοχίας μηκίδας	117
Εικόνα 51 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης μηκίδας	118
Εικόνα 52 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα μηκίδας	119
Εικόνα 53 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα μηκίδας	119
Εικόνα 54 Διάγραμμα τάσεων μηκίδας	120
Εικόνα 55 Εντατικά μεγέθη αρχικής μηκίδας	120
Εικόνα 56 Αποτελέσματα ανάλυσης πελμάτων πλαισίων	121
Εικόνα 57 Αστοχία πελμάτων πλαισίων	122
Εικόνα 58 Διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων συνδιασμού φόρτισης COMB 22 αστοχίας πλαισίου	123

Εικόνα 59 Διάγραμμα κατανομής τάσεων συνδυασμού φόρτισης COMB 22 αστοχίας πλαισίου	124
Εικόνα 60 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης πλαισίου	124
Εικόνα 61 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα πλαισίου	125
Εικόνα 62 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα πλαισίου	125
Εικόνα 63 Διάγραμμα τάσεων πλαισίου	126
Εικόνα 64 Εντατικά μεγέθη αρχικών πελμάτων πλαισίων	127
Εικόνα 65 Αποτελέσματα ανάλυσης διαδοκίδων	128
Εικόνα 66 Αστοχία Διαδοκίδων	129
Εικόνα 67 Διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων διαδοκίδων	130
Εικόνα 68 Διάγραμμα κατανομής των τάσεων των διαδοκίδων	131
Εικόνα 69 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης διαδοκίδας	131
Εικόνα 70 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα διαδοκίδας	132
Εικόνα 71 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα διαδοκίδας	132
Εικόνα 72 Διάγραμμα τάσεων διαδοκίδας	133
Εικόνα 73 Εντατικά μεγέθη αρχικών διαδοκίδων	134
Εικόνα 74 Αποτελέσματα ανάλυσης ορθοστατών διαγώνιων πλαισίων	135
Εικόνα 75 Αστοχία ορθοστατών– Διαγώνιων πλαισίων	136
Εικόνα 76 Αστοχία ορθοστατών– Διαγώνιων πλαισίων	136
Εικόνα 77 Διάγραμμα κατανομής αξονικών δυνάμεων των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	137
Εικόνα 78 Διάγραμμα κατανομής τάσεων των ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	138
Εικόνα 79 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	139
Εικόνα 80 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	139
Εικόνα 81 Διάγραμμα τάσεων S11 ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	140
Εικόνα 82 Διάγραμμα τάσεων S12 ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	141
Εικόνα 83 Διάγραμμα τάσεων S13 ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	142
Εικόνα 84 Εντατικά μεγέθη αρχικών ορθοστατών - διαγώνιων πλαισίων	142
Εικόνα 85 Ελάχιστη μετατόπιση φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16	143
Εικόνα 86 Μέγιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16	143
Εικόνα 87 Ελάχιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22	144
Εικόνα 88 Μέγιστη μετατόπιση φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22	144
Εικόνα 89 Ελάχιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 28	145
Εικόνα 90 Μέγιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 28	145
Εικόνα 91 Μέγιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 92	146
Εικόνα 92 Ελάχιστη μετατόπιση αρχικού φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 92	146
Εικόνα 93 Φορτισμένη κατάσταση της ενισχυμένης γέφυρας	148
Εικόνα 94 Συγκριτικό μοντέλο μη ενισχυμένης και ενισχυμένης γέφυρας	148
Εικόνα 95 Αύξηση διαστάσεων πελμάτων και κορμού της διατομής μηκίδας	149
Εικόνα 96 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ενισχυμένων μηκίδων	150
Εικόνα 97 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων μηκίδων	150
Εικόνα 98 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων μηκίδων	151
Εικόνα 99 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων μηκίδων	152
Εικόνα 100 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένης μηκίδας	152
Εικόνα 101 Αύξηση διαστάσεων πελμάτων και κορμού της διατομής πελμάτων πλαισίων	152
Εικόνα 102 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων	153
Εικόνα 103 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων	154
Εικόνα 104 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων	154
Εικόνα 105 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων	155
Εικόνα 106 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένων πελμάτων πλαισίων	155
Εικόνα 107 Αύξηση διαστάσεων πελμάτων και κορμού της διατομής διαδοκίδας	156
Εικόνα 108 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων και στρέψης ενισχυμένων διαδοκίδων	157
Εικόνα 109 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων διαδοκίδων	157
Εικόνα 110 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων διαδοκίδων	158
Εικόνα 111 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων διαδοκίδων	158
Εικόνα 112 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένων διαδοκίδων	159
Εικόνα 113 Διάγραμμα αξονικών δυνάμεων ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	160
Εικόνα 114 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ισχυρό άξονα ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	161
Εικόνα 115 Διάγραμμα κάμψης και ροπής ως προς τον ασθενή άξονα ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	161
Εικόνα 116 Διάγραμμα τάσεων S11 ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	162
Εικόνα 117 Διάγραμμα τάσεων S12 ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	162

Εικόνα 118 Διάγραμμα τάσεων S13 ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	163
Εικόνα 119 Πίνακας εντατικών μεγεθών ενισχυμένων ορθοστατών – διαγώνιων πλαισίων	163
Εικόνα 120 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16	164
Εικόνα 121 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 16	165
Εικόνα 122 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22	165
Εικόνα 123 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στον συνδυασμό φόρτισης COMP 22	166
Εικόνα 124 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 28	166
Εικόνα 125 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενη στο συνδυασμό φόρτισης COMP 28	167
Εικόνα 126 Μέγιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενου στο συνδυασμό φόρτισης COMP 92	167
Εικόνα 127 Ελάχιστη μετατόπιση ενισχυμένου φορέα οφειλόμενου στο συνδυασμό φόρτισης COMP 92	168
Εικόνα 128 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικής και ενισχυμένης μηκίδας	170
Εικόνα 129 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικού και ενισχυμένου πέλματος πλαισίου	171
Εικόνα 130 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικής και ενισχυμένης διαδοκίδας	173
Εικόνα 131 Πίνακας σύγκρισης εντατικών μεγεθών αρχικού και ενισχυμένου ορθοστάτη και διαγώνιου πλαισίων	174

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ονοματολογία φορέων Bailey	16
Πίνακας 2:Μεγεθυντικός συντελεστής βέλους λόγω παραμορφώσεων εκ τεμνουσών	32
Πίνακας 3:Χρησιμοποιούμενοι τύποι χάλυβα στα εξαρτήματα γέφυρας Bailey	33
Πίνακας 4:Πίνακας μέσων όρων παραδοχών ιδιοτήτων χάλυβα BS968	34
Πίνακας 5 Συνεργεία κατασκευής	40
Πίνακας 6 Κλασικοποίηση Δικτυωτής Γέφυρας	42
Πίνακας 7 Εγκατεστημένες γέφυρες Μπέλλευ στην ελληνική επικράτεια	54
Πίνακας 8:Θεωρητικές τιμές των 3 πρώτων καμπτικών ιδιομορφών	67
Πίνακας 9 Ροπών Αντοχής	70
Πίνακας 10 Τιμές του χαρακτηριστικού φορτίου χιονιού	79
Πίνακας 11 Τιμές παραμέτρων που περιγράφουν τα συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 1	85
Πίνακας 12 Τιμές των παραμέτρων που περιγράφουν τα συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 2	85
Πίνακας 13 Συνιστώμενες τιμές παραμέτρων που περιγράφουν τα φάσματα κατακόρυφης ελαστικής απόκρισης	88
Πίνακας 14 Χαρακτηριστικές Τιμές Πρότυπης Φόρτισης 1	93
Πίνακας 15 Χαρακτηριστικές τιμές των φυγόκεντρων δυνάμεων	95
Πίνακας 16 Ομάδες Κυκλοφορίας Φόρτισης	97
Πίνακας 17 Τιμές Βέλους κάμψης	107
Πίνακας 18 Ιδιοχαρακτηριστικά Φορέα	108
Πίνακας 19 Διατομές γέφυρας ΜΠΕΛΛΕΥ που αστοχούν	113
Πίνακας 20 Διαστάσεις αρχικών και ενισχυμένων διατομών	169
Πίνακας 21 Συγκριτικός πίνακας μετατοπίσεων φορέα	175

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ FIGURE (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ)

Figure 1 Απλός Φορέας γέφυρας Bailey πάνω από το Ρέμα Riggosa κοντά στη Gambetolla από Λόχο Σακαπανέων των Συμμαχικών Δυνάμεω 9	καθελκουμένος
Figure 2 Η ομάδα σχεδιασμού και ανάπτυξης της γέφυρας Bailey πηγή: http://www.thinkdefence.co.uk/2012/01/uk-military-bridging-equipment-the-bailey-bridge 10	
Figure 3 Καθέλκυση Διπλού-Τριπλού Φορέα μήκους 180 ποδών στο Θέρμο Αιτωλοακαρνανίας το 1954, κατά την ανασυγκρότηση της χώρας, για την αποκατάσταση κατεστραμμένης πετρόκτιστης τοξωτής από τις Γερμανικές Δυνάμεις Κατοχής 11	
Figure 4 Η γέφυρα του Θέρμου πριν την τοποθέτηση του μεσοβάθρου 12	
Figure 5 Η γέφυρα μετά την τοποθέτηση μεσοβάθρου 12	
Figure 6 Λεπτομέρεια από σύνδεση διαδοκίδας 36	
Figure 7 Αυτοσχέδιες Επιζυγίδες σε Τριπλό-Διπλό Φορέα στο Θέρμο Αιτωλοακαρνανίας 37	
Figure 8 Κατάστρωμα με επιζυγίδες της συλλογής γέφυρας Bailey 37	
Figure 9 Λεπτομέρεια σύνδεσης αντιανέμιων συνδέσμων 37	
Figure 10 Εγκατεστημένος φορέας Διπλός-Απλός 80 ποδών 38	
Figure 11 Πρόβολος Καθέλκυσης 39	
Figure 12 Ωφέλιμο πλάτος γέφυρας 3,81 m 40	