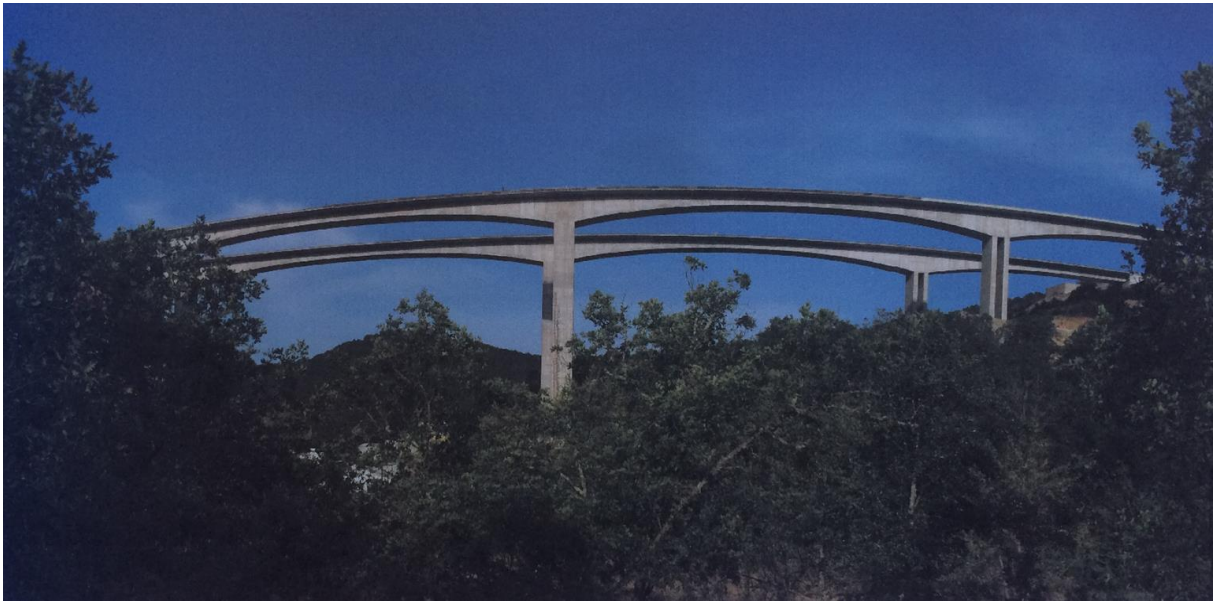




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :
ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ
ΓΕΦΥΡΑ ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ ΕΓΝΑΤΙΑΣ ΟΔΟΥ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΝΤΑΝΑΣΗ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΜΠΙΣΚΙΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2022

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη σπουδάστρια έχει επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνει υπεύθυνα ότι είναι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολόκληρου του κειμένου εξίσου, έχει δε αναφέρει στη βιβλιογραφία της όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησε και έλαβε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνει επίσης, ότι οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχει ενσωματώσει στην εργασία της προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχει πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχει αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ντανάση Αθανασία

(Υπογραφή)

Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας, κύριο Διονύσιο Μπισκίνη, για την συνεχή παρακολούθηση και την πολύτιμη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στην Εγνατία Οδό και συγκεκριμένα στον κύριο Κωνσταντίνο Παρδάλη και στον κύριο Τσεβεκίδη Νίκο για την βοήθεια και την παροχή στοιχείων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη, η ουσιαστική κατάργηση συνόρων και τεχνικών εμποδίων, θεμελιώνει την ανάγκη ενός ανταγωνιστικού οδικού δικτύου.

Έτσι με την πάροδο του χρόνου οι ανάγκες των συγκοινωνιακών έργων άρχισαν να αυξάνονται και οι κατασκευαστικές απαιτήσεις καλούνται να συνδυάσουν την ασφάλεια, την αντοχή στην διάρκεια ζωής και την ταχύτητα του χρόνου υλοποίησης των έργων, που αποτελούν το τρίπτυχο της επιτυχίας.

Συνεπώς, προκειμένου να εξασφαλισθεί η επιτυχία των παραπάνω παραγόντων, σε συνδυασμό με την ποικιλία του εδαφικού ανάγλυφου και τη διέλευση οδών επί ιδιαίτερων γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, συχνά απαιτείται η κατασκευή γεφυρών.

Οι γέφυρες ανέκαθεν αποτέλεσαν σημείο αναφοράς για τις ανθρώπινες κοινωνίες. Η εξέλιξη στην τεχνολογία της γεφυροποιίας σηματοδοτεί την ανάπτυξη στα κατασκευαστικά έργα. Οι σύγχρονες κατασκευές καθρεφτίζουν την εξέλιξη των μεθόδων κατασκευής, των γνώσεων και της ασφάλειας.

Σήμερα, γίνεται ευρέως γνωστή η χρήση των Μηχανοποιημένων Μεθόδων κατασκευής και ιδιαίτερα η μέθοδος της προβολοδόμησης στην χώρα μας από κατασκευαστές μεγάλων οδικών αξόνων που συντελούν στην δημιουργία γεφυρών με τις συγκεκριμένες παραπάνω απαιτήσεις σε όλη την Ελλάδα.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται οι Μηχανοποιημένες Μέθοδοι κατασκευής των γεφυρών και δίνεται έμφαση στη γέφυρα του ποταμού Βενέτικου Γ1 που βρίσκεται στο τμήμα Παναγία – Γρεβενά της Εγνατίας οδού. Τέλος, αναδίδονται συνοπτικά βλάβες που μπορεί να προκύψουν και τρόποι ελέγχου και συντήρησης γεφυρών.

Σκοπός της παρακάτω εργασίας είναι η κατανόηση των μεθόδων κατασκευής των γεφυρών και η εφαρμογή της μεθόδου της προβολοδόμησης με παράδειγμα την γέφυρα του ποταμού Βενέτικου.

Abstract

The world economic growth, the border abolishment and technical obstacles, establishes the need for a competitive road network.

In the course of time the needs of transportation works began to increase and the building requirements are called to combine the safety, lifespan and speed of time schedule, which constitute the foundations of success.

In order to establish the above, combining the fact of the variety of geomorphological characteristics, it is very often necessary the construction of bridges.

The bridges are the reference point of the human communities. The development in the bridge construction technology signals the development at the construction works. The modern constructions are the development of the construction methods, knowledge and safety.

The usage of engineered methods in constructions and specially the cantilever construction method is nowadays widely known in our country, throughout constructors of highways that contribute in creating bridges, including specifications mentioned above all around Greece.

The engineered methods of bridge construction are presented, emphasizing at the Venetikon G1 river bridge, which is located at the Panagia-Grevena section of Egnatia highway. Finally, failures, ways of damage control and maintenance of bridges are emerging.

The goal of this thesis is the understanding of the bridge construction methods and the application cantilever construction method with the example of Venetikos river bridge.

Περιεχόμενα

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ.....	II
Ευχαριστίες	III
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	IV
Abstract	V
Κατάλογος εικόνων.....	VIII
Κατάλογος πινάκων	IX
Κατάλογος σχεδίων.....	IX
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ορισμός.....	1
1.2 Τύποι Γεφυρών.....	1
1.2.1	1
1.2.2 Τύποι Γεφυρών Ανάλογα το Υλικό :.....	7
1.3 Ασφάλεια Γεφυρών.....	8
1.4 Στοιχεία Γεφυρών	8
1.4.1 Κατάστρωμα :.....	9
1.4.2 Φορέας :.....	9
1.4.3 Βάθρα :.....	9
1.4.4 Τρόπος Σύνδεσης Φορέα-Βάθρου :	9
1.4.5 Κεφαλοδοκός :.....	12
1.6 Θεμελίωση Γεφυρών	13
2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ.....	14
2.1. Γενικά.....	14
2.2 Μορφές μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής φορέων	14
2.3 Κριτήρια επιλογής μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής φορέων	15
2.4.Μέθοδος Προωθούμενων - Αυτοφερόμενων Δοκών	16
2.5 Μέθοδος Σταδιακής Προώθησης.....	21
2.6 Μέθοδος Προκατασκευασμένων Δοκών	25
2.7 Μέθοδος Προβολοδόμησης.....	28
3. ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ.....	41
3.1 Γενικά.....	41
3.2 Οι Γέφυρες στην Εγνατία Οδό	41
3.3 Τμήμα ΓΡΕΒΕΝΑ-ΠΑΝΑΓΙΑ.....	45
3.4 Οι Γέφυρες του τμήματος ΓΡΕΒΕΝΑ- ΠΑΝΑΓΙΑ	48
3.4.1 Γέφυρα Γ1 π.Βενέτικου	49
3.4.2 Γέφυρα Γ2	49
3.4.3 Γέφυρα Γ4	49

3.4.4 Γέφυρα Γ6	50
4. ΓΕΦΥΡΑ ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ	51
4.1 Τοποθεσία	51
4.2 Τύπος Γέφυρας	53
4.3 Διάταξη ανοιγμάτων και γεωμετρικά στοιχεία	53
4.4 Στηρίξεις καταστρώματος και εφέδρανα	54
4.5 Θεμελίωση	55
4.6 Μέθοδος Κατασκευής	60
4.7 Κατασκευή των Μεσόβαθρων και της Κεφαλής των Βάθρων	60
4.8 Κατασκευή των ακροβάθρων	65
4.9 Προβολοδόμηση	72
4.10 Ολοκλήρωση των αρμών των προβόλων και αποκατάσταση της συνέχειας του καταστρώματος	76
4.11 Κατασκευή καταστρώματος ακραίων ανοιγμάτων	76
4.12 Έδραση του καταστρώματος επί του ακροβάθρου	78
4.13 Ολοκλήρωση των ακροβάθρων	79
.....	79
4.14 Τελειώματα καταστρώματος	80
5. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	82
5.1 Υλικά	82
5.1.1 Σκυρόδεμα	82
5.1.2 Χαλαροί Οπλισμοί	84
5.1.3 Καλώδια προέντασης	94
5.1.4 Προστασία καλωδίων προέντασης	96
5.2 Φορτία	98
5.2.1 Γενικά	98
5.2.2 Κύρια φορτία	98
5.2.3 Πρόσθετα Φορτία	99
5.2.4 Τυχηματικές φορτίσεις	100
6. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	102
6.1 Γενικά	102
6.2 Συνδυασμοί φορτίσεων	102
6.2.1 Φάση κατασκευής	102
6.2.2 Τελική κατάσταση	103
7. ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	104
7.1 Τύπος Στηθαίου Ασφαλείας	105
7.2 Εφέδρανα	105

7.2.1 Κατακόρυφα εφάδρανα	109
7.2.2 Οριζόντια εφάδρανα.....	114
7.3 Αρμοί διαστολής καταστρώματος.....	115
7.4 Στεγανοποίηση καταστρώματος και επιφανειακά τελειώματα.....	117
7.4.1 Στεγανοποίηση ακροβάθρων	117
7.5 Χρονοδιάγραμμα.....	117
8. ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ	120
8.1 Βλάβες Γεφυρών	120
8.2 Συντήρηση Γεφυρών	123
8.2.1 Ορισμός.....	123
8.2.2 Είδη Συντήρησης:	123
8.2.3 Συντήρηση Γεφυρών Εγνατίας Οδού	128
8.2.4 Έλεγχος και Συντήρηση της Γέφυρας Π.ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ	133
9.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	134
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	135

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Η υψηλή γέφυρα Σερβίων	2
Εικόνα 2: Γέφυρα Forth στη Σκωτία	3
Εικόνα 3: Η Τοξωτή Γέφυρα Τσακώνας.....	4
Εικόνα 4: Γέφυρα Golden Gate στο Σαν Φρανσίσκο.....	5
Εικόνα 5: Η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου ή “Χαρίλαος Τρικούπης”	6
Εικόνα 6: Στοιχεία Γέφυρας	8
Εικόνα 7: Γέφυρα Κρυσταλοπηγής, Εγνατία οδός.....	17
Εικόνα 8: Γέφυρα Ποταμού Φιλιουρή, Κομοτηνή, Εγνατία οδός.....	24
Εικόνα 9: Γέφυρα Ρύμνιου, Κοζάνης	26
Εικόνα 10: Γέφυρα Βοτονοσίου	42
Εικόνα 11: Γέφυρα Πολύμυλου.....	42
Εικόνα 12: Γέφυρα Μετσόβου	43
Εικόνα 13: Γέφυρα Αράχθου	43
Εικόνα 14: Γέφυρα Γρεβενιώτικου	44
Εικόνα 15: Γέφυρα ποταμού Βενέτικου	45
Εικόνα 16: Γέφυρα ποταμού Βενέτικου	48
Εικόνα 17: Γέφυρα Γ4	49
Εικόνα 18: Γέφυρα Γ6	50
Εικόνα 19: Γέφυρα π.Βενέτικου	51
Εικόνα 20: Γέφυρα π.Βενέτικου	51
Εικόνα 21: Κατασκευή της γέφυρας του Βενέτικου ποταμού με την μέθοδο της προβολοδόμησης	63
Εικόνα 22: Βάθρα της γέφυρας π.Βενέτικου.....	64
Εικόνα 23: Η γέφυρα του π.Βενέτικου από κάτω.....	65
Εικόνα 24: Ακρόβαθρα της Γέφυρας π.Βενέτικου	65
Εικόνα 25: Η μέθοδος της προβολοδόμησης στην γέφυρα του π.Βενέτικου.....	72

Εικόνα 26: Η γέφυρα του π.Βενέτικου υπό κατασκευή	73
Εικόνα 27: Η γέφυρα του π.Βενέτικου υπό κατασκευή	77
Εικόνα 28: Η γέφυρα του π.Βενέτικου υπό κατασκευή	79
Εικόνα 29: Εργασίες στο κατάστρωμα της γέφυρας του π.Βενέτικου	80
Εικόνα 30: Το κατάστρωμα της γέφυρας του π.Βενέτικου μαζί με τις σήραγγες	104
Εικόνα 31: Η γέφυρα του π.Βενέτικου σήμερα.....	105
Εικόνα 32: λόγω απώλειας στήριξης Αστοχία.	121
Εικόνα 33: Αστοχία καμπτικού τύπου.....	121
Εικόνα 34: Αστοχία διατμητικού τύπου.	122
Εικόνα 35: Αστοχία ακροβάθρου λόγω ρευστοποίησης εδάφους θεμελίωσης.....	122

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Ρυθμός προόδου σε τρέχοντα μέτρα ανά εβδομάδα	16
Πίνακας 2: Βάρος εξοπλισμού σε συνάρτηση με το μήκος.....	18
Πίνακας 3: Συμμετρική προβολοδόμηση	35
Πίνακας 4: Ασύμμετρη προβολοδόμηση.....	36
Πίνακας 5: Διάταξη ανοιγμάτων	54
Πίνακας 6: Μήκος στοιχείων βαθιάς θεμελίωσης βάθρων	55
Πίνακας 7: Χρονοδιάγραμμα κατασκευής προέντασης με ασύμμετρη προβολοδόμηση	81
Πίνακας 8: Ποιότητες και αντοχές σκυροδέματος	82
Πίνακας 9: Μέγιστες επιτρεπόμενες τάσεις σκυροδέματος	83
Πίνακας 10: Επιφανειακά τελειώματα σκυροδέματος	83
Πίνακας 11: Ελάχιστη επικάλυψη χαλαρών σπλισμών	84
Πίνακας 12: Λεπτομέρειες καλωδίων προέντασης.....	94
Πίνακας 13: Παράμετροι προέντασης.....	94
Πίνακας 14: Επιτρεπόμενες τάσεις καλωδίων προέντασης	95
Πίνακας 15: Πρόσθετα μόνιμα φορτία.....	98
Πίνακας 16: Προδιαγραφές χαρακτηριστικών κατακόρυφων εφεδράνων.....	109
Πίνακας 17: Προδιαγραφές χαρακτηριστικών οριζόντιων εφεδράνων.....	114
Πίνακας 18: Χρονοδιάγραμμα κατασκευής γέφυρα π.Βενέτικου	119
Πίνακας 19: Στοιχεία επιθεώρησης γεφυρών κατά την εξαμηνιαία λεπτομερή επιθεώρηση	129

Κατάλογος σχεδίων

Σχέδιο 1: Μέθοδος Προωθούμενων Αυτοφερόμενων Δοκών	20
Σχέδιο 2 : προοδευτική κατασκευή του φορέα κατά σπονδύλους	21
Σχέδιο 3: προοδευτική κατασκευή του φορέα κατά σπονδύλους	22
Σχέδιο 4 :Φάση και ολοκλήρωση κατασκευής.....	23
Σχέδιο 5 : Μέθοδος προβολοδόμησης.....	28

Σχέδιο 6 :Επίδραση της μορφής του φορέα στο πάχος των δοκών, στον διαμήκη οπλισμό και στον οπλισμό διάτμησης.....	31
Σχέδιο 7 :Διάταξη προέντασης.....	32
Σχέδιο 8 : Μέθοδος προβολοδόμησης.....	38
Σχέδιο 9: Μέθοδος προβολοδόμησης.....	39
Σχέδιο 10 :Χρήση καλωδίων στην μέθοδο της προβολοδόμησης.....	40
Σχέδιο 11 : Οριζοντιογραφία έργου κατασκευής του τμήματος ΠΑΝΑΓΙΑ-ΓΡΕΒΕΝΑ:ΤΜΗΜΑ 4.1.1-4.1.3.....	47
Σχέδιο 12 : Γέφυρα Γ6.....	50
Σχέδιο 13: Κάτοψη και δεξιός κλάδος της γέφυρας π.Βενέτικου	52
Σχέδιο 14: Τομή γέφυρας π.Βενέτικου	53
Σχέδιο 15: Θεμελίωση στο βάθρο Μ1Α.....	57
Σχέδιο 16: Θεμελίωση στο βάθρο Μ4Α.....	59
Σχέδιο 17: Βάθρο Μ2Α	61
Σχέδιο 18: Βάθρο Μ2Α	62
Σχέδιο 19: Κάτοψη ακροβάθρου Α1Α.....	66
Σχέδιο 20: Όψη ακροβάθρου Α1Α	67
Σχέδιο 21: Τυπική λεπτομέρεια επιχώματος και πλακών πρόσβασης του ακροβάθρου Α1Α .	68
Σχέδιο 22: Ξυλότυπος Πασσαλοεσχάρας	68
Σχέδιο 23: Όψη Αριστερής πλευράς Ακροβάθρου Α1Α	69
Σχέδιο 24 : Τομή Γ-Γ ακροβάθρου Α1Α	70
Σχέδιο 25 : Τομή Α-Α ακροβάθρου Α1Α.....	71
Σχέδιο 26 : Μέθοδος προβολοδόμησης στην γέφυρα π.Βενέτικου	76
Σχέδιο 27 : Τομή Γ-Γ οπλισμού του ακροβάθρου Α1Α	85
Σχέδιο 28 : Λεπτομέρεια όπλισης ανοίγματος Α1Α	86
Σχέδιο 29 : Οπλισμοί κεφαλοδοκού Α1Α.....	86
Σχέδιο 30 : Ανοίγματα οπλισμών κεφαλόδεσμου.....	87
Σχέδιο 31 : Οπλισμός πασσάλου Ακρόβαθρο Α1Α.....	87
Σχέδιο 32 : Οπλισμοί εξωτερικής παρειάς αριστερού ακρόβαθρου Α1Α.....	88
Σχέδιο 33 : Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς αριστερού ακρόβαθρου Α1Α.....	89
Σχέδιο 34 : Οπλισμοί εξωτερικής παρειάς δεξιού ακρόβαθρου Α1Α	90
Σχέδιο 35 : Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς δεξιού ακρόβαθρου Α1Α.....	91
Σχέδιο 36 : Πίσω όψη ακροβάθρου Α1Α	92
Σχέδιο 37 : Όψη ακροβάθρου Α1Α	92
Σχέδιο 38 : Οπλισμός πλάκας έδρασης	93
Σχέδιο 39 : Λεπτομέρειες όπλισης.....	93
Σχέδιο 40 : Λεπτομέρειες τενόντων.....	97
Σχέδιο 41 : Τυπική όψη ακρόβαθρου	106
Σχέδιο 42 : Όψη - Διάταξη πλευρικού εφέδρανου	106
Σχέδιο 43 : Εφέδρανο	107
Σχέδιο 44 : Πλάκα αγκύρωσης και πλάκα ολίσθησης.....	108
Σχέδιο 45: Διάταξη κατακόρυφου εφέδρανου.....	110
Σχέδιο 46 : Τομή 1-1 εφέδρανου	111
Σχέδιο 47 : Πλάκα αγκύρωσης.....	112
Σχέδιο 48 : Πλάκα αγκύρωσης και πλάκα ολίσθησης.....	113
Σχέδιο 49 : Κάτοψη αρμού διαστολής καταστρώματος.....	115
Σχέδιο 50 : Αξονική όψη αρμού διαστολής καταστρώματος	116

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός

Οι γέφυρες αποτελούν κατασκευές που σκοπεύουν την συνέχεια μιας γραμμής επικοινωνίας, όπως μιας οδού (οδική γέφυρα), ενός σιδηροδρόμου, μιας ροής πεζών ή ενός αγωγού, πάνω από ένα εμπόδιο. Τα συνηθέστερα εμπόδια που γεφυρώνονται είναι γενικότερα υδάτινες επιφάνειες ή κυρίως ποτάμια, άλλοι συγκοινωνιακοί άξονες, τεχνητές υδάτινες ροές, εδαφικές ταπεινώσεις κ.τ.λ.

1.2 Τύποι Γεφυρών

1.2.1 Υπάρχουν 5 τύποι γεφυρών ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής:

- 1) Γέφυρα με προβόλους
- 2) Γέφυρα μορφής δικτύωματος
- 3) Τοξωτή γέφυρα
- 4) Κρεμαστή γέφυρα
- 5) Καλωδιωτή γέφυρα

1.2.1.1 Γέφυρα με προβόλους: γέφυρα που κατασκευάζεται με προβόλους , δομές που προβάλλουν οριζόντια στο διάστημα, υποστηριζόμενες μόνο στο ένα άκρο.



Εικόνα 1: Η υψηλή γέφυρα Σερβίων

Αποτελεί τμήμα της εθνικής οδού Κοζάνης-Λάρισα
Από No machine-readable author provided. Makedonas assumed (based on copyright claims). - No machine-readable source provided. Own work assumed (based on copyright claims)., Κοινό Κτήμα,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2352943>

1.2.1.2 Γέφυρα μορφής δικτυώματος: Είναι ένα σχέδιο γέφυρας που χρησιμοποιεί ένα διαγώνιο δικτύωμα πάνω από τη γέφυρα για να καταναίμει δυνάμεις σε όλη σχεδόν τη γέφυρα. Το δικτύωμα χρησιμοποιείται επειδή είναι μια πολύ άκαμπτη δομή και μεταφέρει το φορτίο από ένα σημείο σε μια πολύ ευρύτερη περιοχή.



Εικόνα 2: Γέφυρα Forth στη Σκωτία

Από Kim Traynor - Έργο αυτού που το ανεβάζει, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19566219>

1.2.1.3 Τοξωτή γέφυρα :αυτή η μορφή γέφυρας έχει τοξωτό σχήμα και επιτρέπει την μεταφορά του βάρους στις δύο βάσεις, δεξιά και αριστερά και στη συνέχεια την διαβίβαση του φορτίου στο έδαφος.



Εικόνα 3: Η Τοξωτή Γέφυρα Τσακώνας

Είναι μια από τις μεγαλύτερες τοξωτές γέφυρες με πολλαπλά ανοίγματα στον κόσμο, και η μεγαλύτερη αυτού του είδους στην Ελλάδα. Διασχίζει την Κοιλάδα της Τσακώνας και συνδέει μια επικίνδυνη τοποθεσία κοντά στη Μεγαλόπολη, όπου τα τελευταία χρόνια υπήρξαν πολλές κατολισθήσεις.

Από ddp2000 - <https://www.flickr.com/photos/65215645@N08/36546215645/in/photolist-XFsUEi>, CC BY 2.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=76367790>

1.2.1.4Κρεμαστή γέφυρα: Αποτελούνται από τρία κυρίως μέρη: πυλώνες που στηρίζουν το βάρος της, ένα κατάστρωμα που τοποθετείται πάνω στους πυλώνες και καλώδια που σηκώνουν το βάρος του καταστρώματος και είναι στερεωμένα πάνω στους πυλώνες και σε δυο αντίβαρα εκατέρωθεν της γέφυρας. Σε αυτόν τον τύπο γέφυρας είναι τα καλώδια που σηκώνουν το βάρος του καταστρώματος κάθετα ως προς το κατάστρωμα. Επιπλέον, χρησιμοποιείται περισσότερο για τη διάβαση υδάτινων εμποδίων τα οποία διασχίζονται από πλοία.



Εικόνα 4: Γέφυρα Golden Gate στο Σαν Φρανσίσκο

Από Chris6d - Έργο αυτού που το ανεβάζει, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=109076721>

1.2.1.5 Καλωδιωτή γέφυρα:

Είναι τύπος γέφυρας, ο οποίος αποτελείται από έναν ή περισσότερους στύλους οι οποίοι στηρίζουν με καλώδια το οδόστρωμα. Η ιδέα προέρχεται από τις κρεμαστές γέφυρες.



Εικόνα 5: Η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου ή “Χαρίλαος Τρικούπης”

Αποτελεί τμήμα της Ιόνιας Οδού.

Από szandras, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41730446>

1.2.2 Τύποι Γεφυρών Ανάλογα το Υλικό :

Ακόμη, υπάρχουν 5 βασικοί τύποι γεφυρών ανάλογα του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένη η εκάστοτε γέφυρα και διακρίνονται σε:

- Οι γέφυρες φυσικών υλικών
- Οι ξύλινες γέφυρες
- Οι γέφυρες σκυροδέματος και χάλυβα και
- Οι γέφυρες προηγμένων υλικών.

1.2.2.1 Οι γέφυρες φυσικών υλικών:

Οι πρώτες γέφυρες κατασκευάστηκαν από φυσικά υλικά, όπως ξύλινους κορμούς και στη συνέχεια εξελίχθηκαν σε γέφυρες που συνδέονται με σχοινιά.

1.2.2.2 Οι ξύλινες γέφυρες:

Το ξύλο είναι ένα υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία μικρών έως μεσαίων γεφυρών που ταιριάζουν καλύτερα στις μεταφορές πεζών ή μικρού βάρους οχημάτων.

1.2.2.3 Οι γέφυρες σκυροδέματος και χάλυβα:

Αυτοί οι τύποι γεφυρών αντιπροσωπεύουν την πλειονότητα όλων των γεφυρών που σήμερα χρησιμοποιούνται για δημόσια χρήση πεζών, αυτοκινήτων και τρένων.

1.2.2.4 Οι γέφυρες προηγμένων υλικών:

Με την πάροδο του χρόνου οι βιομηχανίες επιτρέπουν στους κατασκευαστές να χρησιμοποιήσουν ένα φάσμα προηγμένων υλικών για να εξασφαλίσουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παλαιότερες κατασκευαστικές διαδικασίες.

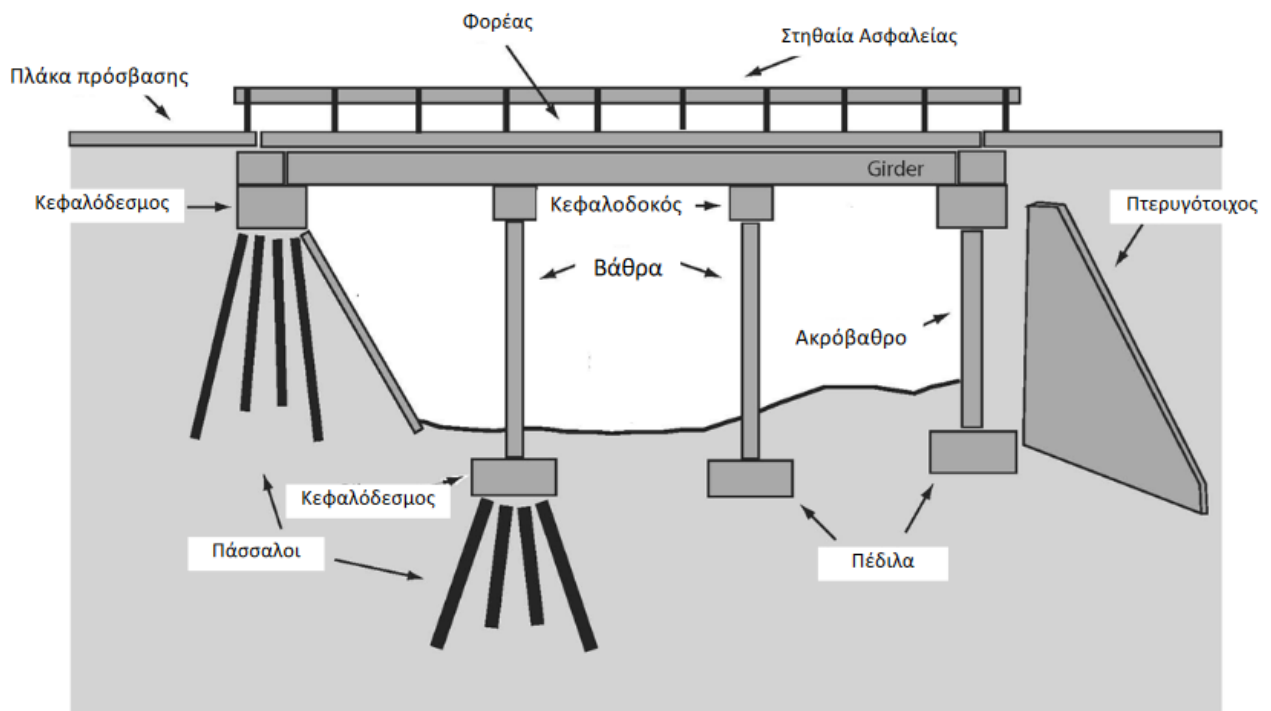
1.3 Ασφάλεια Γεφυρών

Για να επιτευχθεί μια ασφαλής κατασκευή πρέπει να είναι με επάρκεια γνωστές, εκτός από τις ιδιότητες των υλικών, και οι καταπονήσεις της κατασκευής, που προέρχονται από:

- α) Τα φορτία της κυκλοφορίας
- β) Τα ίδια βάρη της κατασκευής,
- γ) Τους σεισμούς,
- δ) Τους ανέμους, τα χιόνια, τους πάγους κ.τ.λ.
- ε) Τις θερμοκρασιακές μεταβολές.

1.4 Στοιχεία Γεφυρών

Στις γέφυρες διακρίνονται τρία κύρια στοιχεία που τις συνθέτουν: α) το κατάστρωμα, β) ο φορέας και γ) τα βάθρα.



Εικόνα 6: Στοιχεία Γέφυρας

Εικόνα από: Τηλέμαχος Παναγιωτάκος, "Διδακτικές Σημειώσεις για την Σύνθεση Ειδικών Κατασκευών σκυροδέματος", Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών.

1.4.1 Κατάστρωμα :

Πολλές φορές, ο φορέας και το κατάστρωμα συμπίπτουν. Το κατάστρωμα ορίζεται ως η κατασκευή που φέρει την κυκλοφορία. Το κατάστρωμα στηρίζεται στον φορέα της γέφυρας, που με τη σειρά του στηρίζεται στα βάθρα. Τα φορτία της κυκλοφορίας διαβιβάζονται μέσω του καταστρώματος στον φορέα που στην συνέχεια τα μεταφέρει στα βάθρα και εκείνα στο έδαφος.

1.4.2 Φορέας :

Ο φορέας είναι σημαντικό στοιχείο της αντισεισμικής μελέτης μιας γέφυρας όπως και η επιλογή της μορφής του φορέα. Οι συνήθεις επιλογές που έχει να κάνει ο μηχανικός είναι:

- Συνεχής φορέας σε πολλά ανοίγματα
- Ανοίγματα με αμφιέριστους φορείς
- Δοκοί Gerber

1.4.3 Βάθρα :

Τα βάθρα χαρακτηρίζονται ως τα κατακόρυφα στοιχεία που στηρίζουν το φορέα και μεταφέρουν τα φορτία στη θεμελίωση. Συνήθως, ανάλογα με την μορφή του κατανέμονται σε πολύστυλα, μονόστυλα, τοιχοειδή και κοίλα. Ακόμη, τα ακραία βάθρα ονομάζονται ακρόβαθρα και λειτουργούν συχνά ως τοίχοι αντιστήριξης των γαιών πίσω από αυτά. Συμπληρωματικά, τα ενδιάμεσα βάθρα ονομάζονται μεσόβαθρα.

1.4.4 Τρόπος Σύνδεσης Φορέα-Βάθρου :

Ο τρόπος σύνδεσης του φορέα με τα βάθρα παίζει σημαντικό ρόλο στη σεισμική συμπεριφορά. Οι τρόποι σύνδεσης είναι:

- α) Με μονολιθική σύνδεση
- β) Μέσω εφεδράνων

Πιο αναλυτικά:

1.4.4.1 Μονολιθική Σύνδεση :

Στη μονολιθική σύνδεση φορέα βάθρων, ο οπλισμός των βάθρων επεκτείνεται μέσα στο φορέα. Στις θέσεις αυτές, είναι πιθανή η δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων στα βάθρα, γι' αυτό και εφαρμόζονται οι αυστηρές κατασκευαστικές διατάξεις που απαιτούνται για την εξασφάλιση επαρκούς πλάστιμης συμπεριφοράς.

Η μονολιθική σύνδεση φορέα – βάθρων παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα από αντισεισμική άποψη, όπως:

- Αύξηση της υπερστατικότητας του συστήματος και επομένως καλύτερη συμπεριφορά μετά τη διαρροή των βάθρων.
- Μείωση των σεισμικών ροπών του βάθρου, λόγω σχεδόν αμφίπακτης συμπεριφοράς.
- Μικρές σεισμικές μετακινήσεις, λόγω αύξησης της δυσκαμψίας της κατασκευής.
- Οδηγεί σε οικονομικότερες λύσεις, αφού επιτρέπεται η χρήση συντελεστή μετελαστικής συμπεριφοράς $q > 1.5$.

Παρουσιάζει, όμως, και αρκετά μειονεκτήματα, όπως:

- Πρόσθετες ροπές στο φορέα, ίσες συνολικά με τη ροπή στην κεφαλή του βάθρου.
- Σημαντική καταπόνηση των βάθρων από θερμοκρασιακές μεταβολές, συρρίκνωση του φορέα, προένταση και ερπυσμό. Η καταπόνηση αυτή είναι μεγαλύτερη στα ακραία βάθρα. Σε γέφυρες μεγάλου μήκους, οι φορτίσεις αυτές μπορεί να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη ένταση απ' ό,τι η σεισμική φόρτιση.
- Σε φορείς μικρού ύψους μπορεί η αγκύρωση του οπλισμού του βάθρου να είναι ανεπαρκής.
- Για μονόστυλα βάθρα, η σεισμική ροπή στη διαμήκη διεύθυνση, όπου το βάθρο συμπεριφέρεται πρακτικά ως αμφίπακτο, μπορεί να είναι σημαντικά μικρότερη απ' ό,τι στην εγκάρσια διεύθυνση, όπου το βάθρο συμπεριφέρεται σχεδόν ως μονόπακτο. Σε κυκλικά βάθρα, στα οποία η αντοχή είναι ίδια στις δύο διευθύνσεις, προκύπτει μεγάλη ροπή αντοχής στη διαμήκη διεύθυνση, που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στον ικανοτικό σχεδιασμό (π.χ. στο σχεδιασμό της θεμελίωσης ουσιαστικά αναιρείται το πλεονέκτημα της μικρότερης ροπής λόγω αμφίπακτης συμπεριφοράς). Από αυτή την άποψη, είναι προτιμότερο τα βάθρα να έχουν ορθογωνική διατομή, με μεγαλύτερο πλάτος στην εγκάρσια διεύθυνση.

1.4.4.2 Εφεδράνα :

Η σύνδεση του φορέα με τα βάθρα μέσω εφεδράνων επιτρέπει τη στροφή του φορέα γύρω από οριζόντιο άξονα και, ανάλογα με το είδος εφεδράνων που θα χρησιμοποιηθεί, μπορεί να επιτρέψει ή να εμποδίζει τις οριζόντιες μετακινήσεις. Τα εφεδράνα αποτελούνται από ελαστομερές υλικό, το οποίο διαθέτει σημαντική δυστένεια στην κατακόρυφη διεύθυνση, όπου η στήριξη θεωρείται πρακτικά ακλόνητη, και μικρή δυστένεια για οριζόντιες διαμητικές παραμορφώσεις, επιτρέποντας έτσι τη σχετική κίνηση του φορέα ως προς τα βάθρα.

Οι συνήθεις τύποι εφεδράνων που χρησιμοποιούνται είναι:

- Ελαστομεταλλικά
- Εγκιβωτισμένου ελαστομερούς
- Ολίσθησης

Η στήριξη του φορέα στα βάθρα μέσω εφεδράνων παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Δεν μεταφέρονται ροπές από τα βάθρα στο φορέα.
- Οδηγεί σε εύκαμπτα συστήματα με αποτέλεσμα τη μείωση των σεισμικών δυνάμεων. Γι' αυτό και τα εφεδράνα θεωρούνται είδος σεισμικής μόνωσης.
- Για μονόστυλα βάθρα, οι σεισμικές ροπές στη βάση είναι περίπου ίσες στη διαμήκη και την εγκάρσια διεύθυνση, γεγονός που οδηγεί σε απλό και οικονομικό σχεδιασμό του βάθρου.
- Δεν καταπονούνται τα βάθρα από θερμοκρασιακές μεταβολές, συρρίκνωση του φορέα, προένταση και ερπυσμό.

Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα, τα σημαντικότερα των οποίων είναι:

- Επειδή η κατασκευή είναι εύκαμπτη, οι σεισμικές μετακινήσεις είναι μεγάλες, γεγονός που οδηγεί σε μεγάλα εφεδράνα και αρμούς και εγκυμονεί κινδύνους πτώσης του φορέα (εάν δεν έχει προβλεφθεί επαρκές μήκος έδρασης).
- Επειδή το μεγαλύτερο μέρος της μετακίνησης οφείλεται στην ελαστική παραμόρφωση των εφεδράνων, η διαστασιολόγηση των βάθρων πρέπει να γίνεται με χρήση συντελεστή

συμπεριφοράς $q \leq 1.5$. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη συμπεριφορά των βάθρων ως μονόπακτων, οδηγεί σε αρκετά μεγαλύτερες διατομές σε σύγκριση με τα μονολιθικά συνδεδεμένα βάθρα.

- Τα βάθρα δεν διαθέτουν υπερστατικότητα και επομένως δεν διαθέτουν ικανότητα ανακατανομής ροπών εάν πάθουν βλάβες σε περίπτωση ισχυρού σεισμού (μεγαλύτερου του σεισμού σχεδιασμού). Γι' αυτό, παρότι διαστασιολογούνται για πρακτικά ελαστική συμπεριφορά ($q/1.5$), πρέπει να εφαρμόζονται κατασκευαστικές διατάξεις (περίσφιγξη στη βάση), που να εξασφαλίζουν πλάστιμη συμπεριφορά.
- Σε μαλακά εδάφη, η μεγάλη ιδιοπερίοδος της κατασκευής μπορεί να οδηγήσει σε συντονισμό με το έδαφος, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη μεγάλων μετακινήσεων και ελαστικών σεισμικών δυνάμεων.

1.4.5 Κεφαλοδοκός :

Η κεφαλή του μεσοβάθρου ή αλλιώς κεφαλοδοκός ορίζεται ως το υψηλότερο στοιχείο που βρίσκεται στο μέρος του μεσόβαθρου. Διαφορετικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μία δοκός, συνήθως πρόβολος (αμφιπροέχουσα δοκός) κατά την εγκάρσια διεύθυνση του τεχνικού. Ο σκοπός της κεφαλοδοκού είναι να μεταβιβάζει τις μεγάλες δυνάμεις της ανωδομής στους στύλους των μεσόβαθρων και αυτοί με την σειρά τους στη θεμελίωση.

1.6 Θεμελίωση Γεφυρών

Οι γέφυρες είναι κατασκευές ευαίσθητες στις εδαφικές συνθήκες, οι οποίες πολλές φορές είναι εξαιρετικά κακές, επειδή οι γέφυρες κατασκευάζονται σε δύσκολες τοποθεσίες (π.χ. ποτάμια, χαράδρες, θάλασσα), ακόμη και πάνω από τεκτονικά ρήγματα.

Η επιλογή του τρόπου θεμελίωσης εξαρτάται κυρίως από τις εδαφικές συνθήκες και βασίζεται τόσο σε γεωτεχνικά κριτήρια όσο και σε άλλους παράγοντες, όπως στην πιθανότητα ρευστοποίησης του εδάφους, στην πιθανότητα κατολισθήσεων, στην πιθανότητα συντονισμού (για μαλακά εδάφη) κλπ. Παρακάτω γίνεται μία παράθεση των συνηθέστερων τρόπων θεμελίωσης βάθρων, οι οποίοι είναι:

- Με επιφανειακή θεμελίωση
- Με πασσάλους
- Με κωλονοπασσάλους
- Με φρέατα

2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ

2.1. Γενικά

Όπως προαναφέρθηκε, οι ανάγκες των συγκοινωνιακών έργων απαιτούν την κατασκευή γεφυρών από σκυρόδεμα σε περιοχές δύσβατες ή πάνω από εμπόδια όπως για παράδειγμα σιδηροδρομικοί σταθμοί και γραμμές σε λειτουργία, θαλάσσιοι δίαυλοι κλπ. Ταυτόχρονα, δημιουργήθηκε η απαίτηση για συντόμευση του χρόνου κατασκευής στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Όλα τα παραπάνω, ξεχωριστά ή συνδυασμένα, πολλές φορές δεν μπορούν να ικανοποιηθούν από τις «συμβατικές» μεθόδους κατασκευής των γεφυρών όπως είναι τα ικριώματα που εδράζονται επί του φυσικού ή διαμορφωμένου εδάφους. Παράλληλα, επισημαίνεται ότι η κατασκευή των ικριωμάτων αποτελεί και χρόνο και σημαντικό ποσοστό του συνολικού κόστους κατασκευής της γέφυρας.

Έπειτα η εκτεταμένη χρήση των Μηχανοποιημένων Μεθόδων κατασκευής και η σύνδεσή της με την εισαγωγή στην όλη κατασκευαστική διαδικασία ειδικού εξοπλισμού, βοήθησαν τους ειδικούς κατασκευής μεγάλων οδικών αξόνων στην χώρα μας να ολοκληρώσουν τα υποχρεωτικά έργα εντός τακτού χρονικού διαστήματος με βάση των κονδυλίων που δίνονται από τα Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης. Όμως, όλα αυτά δεν είναι καινούργια ή άγνωστα για την Ελλάδα, καθώς η εφαρμογή τους ξεκινά από την δεκαετία του 1960. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

2.2 Μορφές μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής φορέων

Οι σημαντικότερες σε χρήση μέθοδοι είναι οι εξής:

- Μέθοδος προβολοδόμησης.
- Μέθοδος προωθούμενων - αυτοφερομένων δοκών.
- Μέθοδος σταδιακής προώθησης.
- Μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών.

Μερικά κοινά χαρακτηριστικά τους καθίσταται τα εξής:

- Κατασκευή των βάρων σε προηγούμενη φάση.
- Κατασκευή του καταστρώματος κατά τμήματα, το μέγεθος των οποίων σε σχέση με το τελικό μέγεθος εμφανίζει τις εξής ποικιλίες:
 - τμήματα πλήρους μήκους (τυπικού ανοίγματος) και μέρους του πλάτους (μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών).
 - τμήματα πλήρους πλάτους και μέρους του μήκους (προβολοδόμηση, μέθοδος σταδιακής προώθησης).
 - τμήματα πλήρους πλάτους και πλήρους μήκους (μέθοδος προωθούμενων αυτοφερομένων δοκών).

Εξαίρεση αποτελεί η προβολοδόμηση, η οποία αναπτύσσεται συμμετρικά περί τον άξονα του εκάστοτε μεσοβάθρου. Ενώ, οι άλλες μέθοδοι προχωρούν από το ένα ακρόβαθρο προς το άλλο χωρίς παλινδρόμηση.

Επιπλέον, ο απαιτούμενος εξοπλισμός λαμβάνει συνήθως ειδική χρήση, υπάρχουν όμως και περιπτώσεις συνδυασμού (π.χ. Μέθοδος προωθούμενων - αυτοφερομένων δοκών με προβολοδόμηση).

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

2.3 Κριτήρια επιλογής μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής φορέων

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου απόκειται από διάφορους παράγοντες όπως:

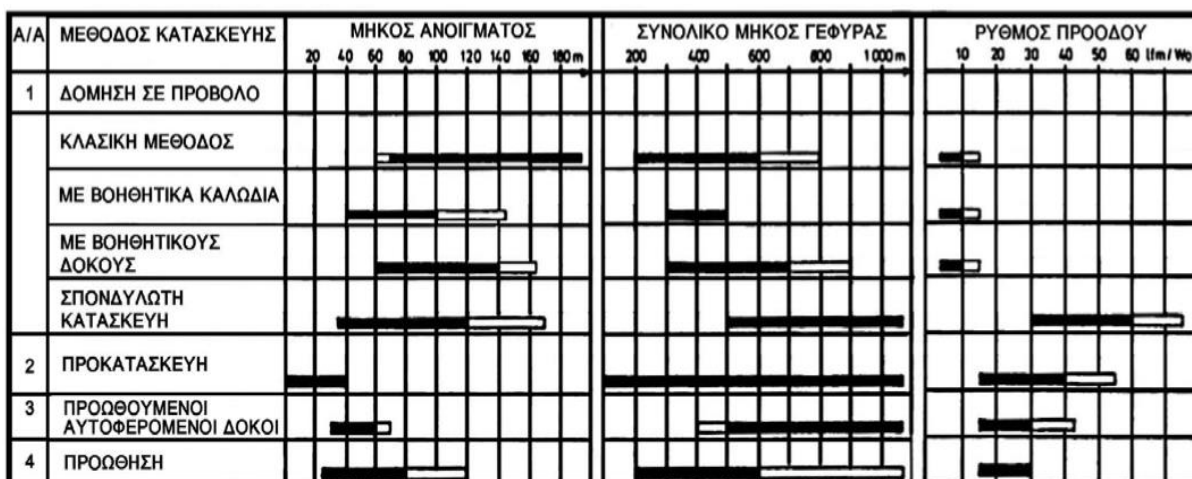
- Μήκος επιμέρους ανοίγματος και συνολικό μήκος γεφύρωσης.
- Γεωμετρία της χάραξης κατά μήκος και οριζοντιογραφικά.

Η πράξη κάθε μεθόδου έχει καθορίσει μια βέλτιστη περιοχή ανοιγμάτων εφαρμογής. Επειδή οι περιοχές αυτές των ανοιγμάτων εμφανίζουν αλληλοκάλυψη, η επιλογή της μεθόδου στηρίζεται και σε άλλα κριτήρια που μπορεί να διαφέρουν ανάλογα την κατασκευή. Αυτά είναι τα εξής:

- α)Κόστος και εξοπλισμός
- β)Προηγούμενη εμπειρία

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται για κάθε μία από τις μεθόδους, τα όρια εφαρμογής τους σε συσχετισμό με το μήκος ανοίγματος, το συνολικό μήκος της γέφυρας, καθώς και ο ρυθμός προόδου σε τρέχοντα μέτρα ανά εβδομάδα.

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



Πίνακας 1: Ρυθμός προόδου σε τρέχοντα μέτρα ανά εβδομάδα

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

2.4.Μέθοδος Προωθούμενων - Αυτοφερόμενων Δοκών

Κατά τη μέθοδο προωθούμενων-αυτοφερούμενων δοκών η κατασκευή προβαίνει σε τμήματα μήκους ίσου προς το (τυπικό) άνοιγμα και σε πλήρες πλάτος ("άνοιγμα-άνοιγμα"). Η μέθοδος "άνοιγμα-άνοιγμα" αναπτύχθηκε σε γέφυρες συνεχείς περισσότερων ανοιγμάτων επί συμβατικών ή μηχανοποιημένων κριωμάτων στηριζόμενων απευθείας στο έδαφος.

Ως κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου τονίζεται ο αυτοπροωθούμενος σχηματισμός επί του οποίου στηρίζεται το καλούπι του φορέα της ανωδομής και μεταδίδεται από τη μια θέση στην άλλη.

Στη χώρα μας η μέθοδος έχει βρει εφαρμογή σε γέφυρες της παράκαμψης Πατρών και στη γέφυρα της Κρυσταλλοπηγής στον άξονα της Εγνατίας οδού.

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



Εικόνα 7: Γέφυρα Κρυσταλοπηγής, Εγνατία οδός

Εικόνα από: <https://www.domi-ae.gr/el/flexgallery/gefyres/101.html>

Θέση κυρίων δοκών συστήματος

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις ανάλογα με τη θέση των κυρίων δοκών σε σχέση με τον υπό κατασκευή φορέα:

- α) Φορέας από πάνω: Στην περίπτωση αυτή το καλούπι αναρτάται μέσω καταλλήλων ράβδων από τον φορέα.
- β) Φορέας από κάτω: Στην περίπτωση αυτή το καλούπι φέρεται απευθείας από τον φορέα.

Προσφάτως επιχειρείται με επιτυχία συνδυασμός των παραπάνω διατάξεων.

Τα πλεονεκτήματα της περίπτωσης κατά την οποία ο υπό κατασκευή φορέας είναι πάνω από τις κύριες δοκούς του συστήματος είναι:

- Δεν υπάρχει περιορισμός στο ύψος του φορέα
- Ο εφοδιασμός με υλικά μπορεί να γίνει μέσω του ήδη κατασκευασθέντος φορέα
- Δυνατότητα μικρότερων ακτινών καμπυλότητας οριζοντιογραφικά
- Δυνατότητα "στέγασης" για προστασία από δυσμενείς καιρικές συνθήκες του προσωπικού.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Ράβδοι ανάρτησης διαμέσου του ήδη κατασκευασθέντος φορέα
- Ο φορέας του καλουπιού δεν αξιοποιείται στατικά κατά τη διαμήκη έννοια (περισσότερος χάλυβας)
- Μεγαλύτερη προσβαλλόμενη επιφάνεια (άνεμος)
- Μεγαλύτερα φορτία στο νεαρό σκυρόδεμα κατά την προώθηση
- Απαίτηση σημαντικού πρόσθετου εύρους καταλήψεως

Τα πλεονεκτήματα της περίπτωσης κατά την οποία ο υπό κατασκευή φορέας είναι κάτω από τους κυρίους δοκούς του συστήματος είναι:

- Ελεύθερη άνω επιφάνεια του φορέα
- Δυνατότητα στατικής εκμετάλλευσης του φορέα του καλουπιού (οικονομία υλικού)
- Δεν υπάρχουν ράβδοι ανάρτησης (παρά μόνον στις άκρες)
- Λιγότερη έκθεση σε ανεμοπιέσεις
- Μικρότερα φορτία στο νεαρό σκυρόδεμα
- Μηδενικό πρόσθετο εύρος καταλήψεως

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Δέσμευση στο ελεύθερο ύψος
- Σε περίπτωση μικρών ακτινών καμπυλότητας απαιτούνται ειδικές ρυθμίσεις οι οποίες καθυστερούν την προώθηση

Βάρος εξοπλισμού

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται το βάρος σε t του απαιτούμενου εξοπλισμού σε συνάρτηση με το μήκος του υπό κατασκευή ανοίγματος.

Μήκος ανοίγματος (m)	35	40	45	50	106
Βάρος (t)	300	400	500	600	2100

Πίνακας 2: Βάρος εξοπλισμού σε συνάρτηση με το μήκος

Με βάση τον πίνακα αυτό είναι δυνατόν να γίνουν γρήγορες εκτιμήσεις για το κόστος του εξοπλισμού. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα του πίνακα ισχύουν για πλάτος γέφυρας 15,0m.

Περιοχή Εφαρμογής της μεθόδου

Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί ορθολογικά σε συνεχείς γέφυρες μεγάλου συνολικού μήκους ($\Sigma L > 400m$) ή και σε γέφυρες μικρότερου μήκους αλλά εντός της ίδιας εργολαβίας (και για επιμέρους ανοίγματα μεταξύ 30 και 60m).

Οι περιορισμοί της μεθόδου οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

- Ακτίνα καμπυλότητας $R > 300m$
 - Διατομή σταθερού ύψους και κατά το δυνατόν σταθερού εξωτερικού περιγράμματος
- Σημειώνεται ότι η κατά μήκος κλίση της ερυθράς και η επίκλιση δεν προκαλούν δεσμεύσεις στην εφαρμογή της μεθόδου.

Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

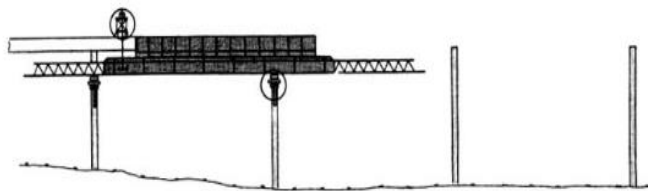
- Συνεχής διαδικασία
- Δεν υπάρχουν σπόνδυλοι προσαρμογής
- Μικρός αριθμός αρμών διακοπής εργασίας
- Ένταση στον υπό κατασκευή φορέα ανάλογη με την τελική χωρίς αλλαγές πρόσημου (οικονομία υλικών)
- Άνετη πρόσβαση προσωπικού/μηχανημάτων/υλικών από το ήδη κατασκευασμένο τμήμα
- Αρκετά ταχύς ρυθμός προόδου

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

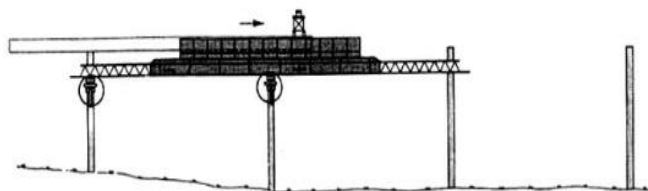
- Ακριβός εξοπλισμός
- Απαιτεί χώρο στην είσοδο έξοδο για τη συναρμολόγηση/αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού
- Δύσκολη η εφαρμογή της στα ακραία ανοίγματα

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

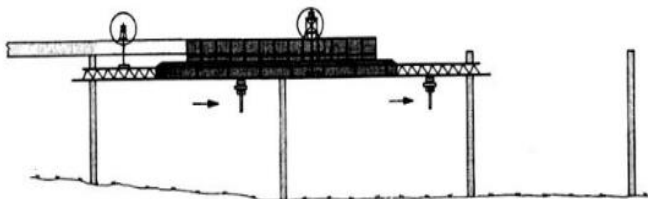
ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ
ΔΟΚΩΝ ΣΤΙΣ ΚΟΝΣΟΛΕΣ
ΤΟΥ ΒΑΘΡΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΡΤΗΣΗ
ΑΠΟ ΤΟ ΗΔΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΘΕΝ ΤΜΗΜΑ



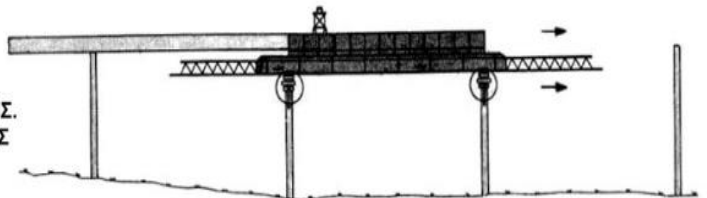
ΚΑΤΑΒΙΒΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ
ΔΟΚΩΝ, ΣΤΗΡΙΞΗ ΣΤΙΣ ΚΟΝΣΟΛΕΣ
ΤΩΝ ΒΑΘΡΩΝ, ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΟΥΣ
ΣΕ ΕΠΟΜΕΝΟ ΑΝΟΙΓΜΑ



ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΝΣΟΛΩΝ
ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ
ΑΠΟ ΔΥΟ ΣΗΜΕΙΑ

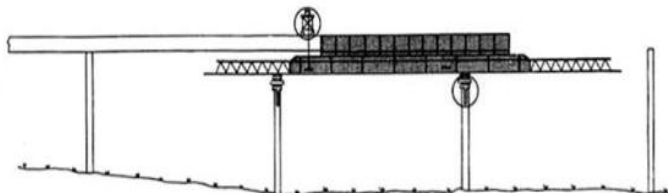


ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ
ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ
ΣΤΗ ΝΕΑ ΘΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ.
ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΟΝΣΟΛΕΣ
ΤΩΝ ΒΑΘΡΩΝ.



ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ
ΔΟΚΩΝ ΣΤΗΝ ΜΙΑ ΠΛΕΥΡΑ
ΑΠΟ ΗΔΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΘΕΝ
ΤΜΗΜΑ - ΝΕΑ ΘΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ

○ = ΣΤΗΡΙΞΗ Ή ΑΝΑΡΤΗΣΗ



Σχέδιο 1: Μέθοδος Προωθούμενων Αυτοφερόμενων Δοκών

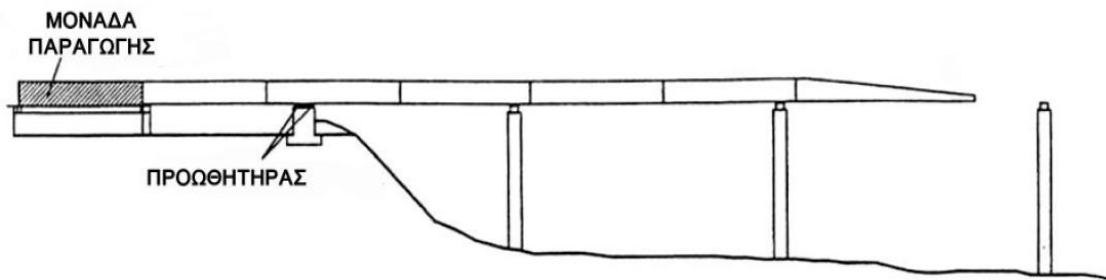
(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

2.5 Μέθοδος Σταδιακής Προώθησης

Η μέθοδος της σταδιακής προώθησης αναπτύχθηκε από τους W. Baur – F. Leonhardt στις αρχές της δεκαετίας 1960 και κορυφώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μέχρι και το 1982. Κύριο σταθμό στην εφαρμογή της μεθόδου συντελούν οι γέφυρες στους ποταμούς Rio Caroni - Βενεζουέλα 1961 και Inn στο Kufstein της Αυστρίας 1965. Μέχρι σήμερα μετράμε πάνω από 1000 γέφυρες σε όλο τον κόσμο που έχουν κατασκευασθεί με τη μέθοδο της προώθησης. Στη χώρα μας η μέθοδος έχει εφαρμοσθεί:

- α) Στην κατασκευασθείσα γέφυρα στον ποταμό Φιλιουρή στην περιοχή της Κομοτηνής κατά μήκος του άξονα της Εγνατίας οδού
- β) Στην κατασκευασθείσα γέφυρα Δρυμώνα στον άξονα Π.Α.Θ..Ε.
- γ) Στην Αττική Οδό

Η μέθοδος συνίσταται στην προοδευτική κατασκευή του φορέα κατά σπονδύλους 15 - 30m και την εν συνεχεία προώθησή τους συνήθως από το ένα ακρόβαθρο. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

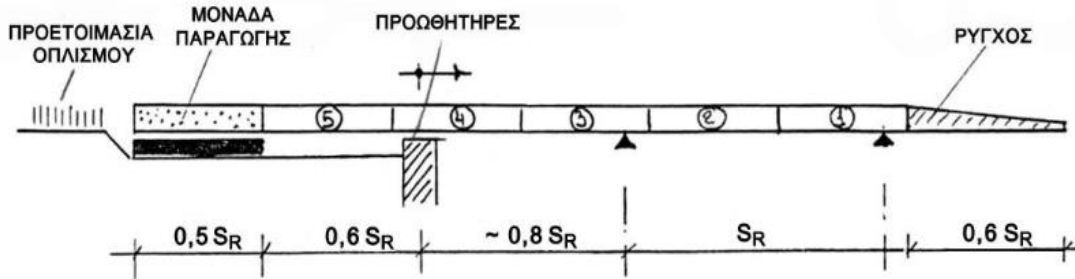


Σχέδιο 2 : προοδευτική κατασκευή του φορέα κατά σπονδύλους

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Τα χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι:

- α) Σκυροδέτηση κάθε σπονδύλου παραπλεύρως του προηγούμενου.
- β) Μήκος του σπονδύλου, που ταυτίζεται με το βήμα προώθησης, συνήθως 50% του ανοίγματος.
- γ) Χρόνος κατασκευής κάθε σπονδύλου 1 εβδομάδα, ανεξάρτητα από το μήκος του.
- δ) Μόνιμες εγκαταστάσεις παραγωγής (γερανός, μόρφωση οπλισμών, συγκρότημα σκυροδέτησης).
- ε) Απόσταση του μετώπου της κλίνης σκυροδέτησης κατά κανόνα από τον άξονα του ακρόβαθρου.
- στ) Προωθητήρας τοποθετημένος κατά κανόνα στο ακρόβαθρο
- ζ) Μήκος ρύγχους συνήθως 60% του τυπικού ανοίγματος



Σχέδιο 3: προοδευτική κατασκευή του φορέα κατά σπονδύλους

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Περιοχή εφαρμογής της μεθόδου

Το μέγιστο επιτευχθέν μήκος γέφυρας που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο αυτή είναι της τάξεως 1200m (προώθηση από τα δύο ακρόβαθρα και σύνδεση των δύο τμημάτων). Σύννηθες μέγιστο μήκος γέφυρας 600m.

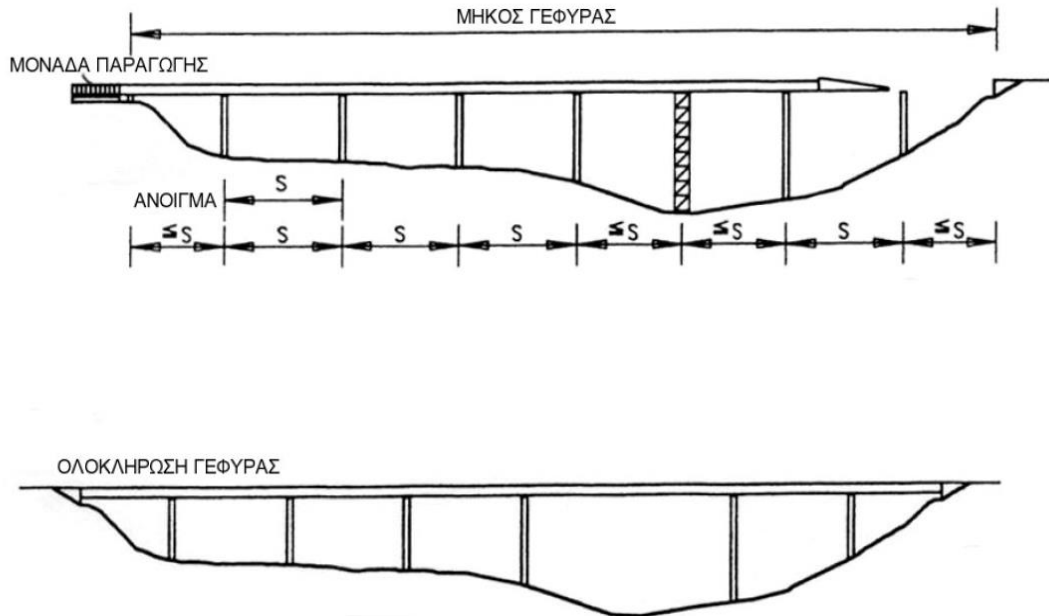
Τα μήκη των επί μέρους ανοιγμάτων κυμαίνονται από 30 – 60m. Με χρήση βοηθητικού μεσοβάθρου μπορεί το μήκος του ανοίγματος να φθάσει τα 80m.

Η κατά μήκος κλίση της ερυθράς πρέπει να είναι $\leq 4\%$. Σημειώνεται ότι η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί και σε χαράξεις με κατά μήκος κλίσεις ερυθράς 7%.

Ιδανική εφαρμογή έχει η μέθοδος σε ευθύγραμμες και κυκλικές χαράξεις. Σημειώνεται όμως ότι είναι δυνατή η εφαρμογή της και σε κλωθοειδείς.

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ



Σχέδιο 4 : Φάση και ολοκλήρωση κατασκευής

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Προωθητήρες

Οι προωθητήρες, κατά κανόνα, εδράζονται στο ακρόβαθρο. Κατ' εξαίρεση είναι δυνατό να τοποθετηθούν και στο 1ο μεσόβαθρο. Αποτελούνται από ένα ανυψωτήρα (γρύλο κατακόρυφης διαδρομής) που ολισθαίνει πάνω σ' ένα φύλλο ολίσθησης (Teflon) με χαμηλό συντελεστή τριβής, τάξεως 3%. Το κατακόρυφο έμβολο εφαρμόζει στο πέλμα του προωθούμενου φορέα. Μία αδρής επιφανείας χαλύβδινη πλάκα εφαρμοσμένη στην κεφαλή του εμβόλου, επιτρέπει την ανάπτυξη τριβής τάξεως 70%.

Οριζόντιοι γρύλοι, αρθρωτά συνδεδεμένοι με τους κατακόρυφους, τους ωθούν προς τα εμπρός και δια μέσου αυτών ωθούν το φορέα. Το βήμα κάθε ώθησης είναι της τάξεως των 20 έως 25cm. Η προώθηση μιας μονάδας 20 έως 30 μέτρα διαρκεί 2 έως 3 ώρες. Μετά από κάθε βήμα, ο κατακόρυφος γρύλος κατεβαίνει και ο οριζόντιος κινείται προς τα πίσω. Στη φάση αυτή ο φορέας εδράζεται στα εφέδρανα παγίωσης.

Ο συντελεστής τριβής είναι ίσος προς 0,70 (οριακή τιμή). Λαμβανομένου υπόψη ενός συντελεστού ασφαλείας 1,4, ο ωφέλιμος λειτουργικός συντελεστής τριβής ανέρχεται σε 0,50.

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Διαμόρφωση της διατομής

Η διατομή φορέων γεφυρών που κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο προώθησης, σε ποσοστό που υπερβαίνει το 90%, έχει τη μορφή κιβωτίου.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- i. Πλήρης κατάργηση κριωμάτων (πλην βοηθητικών βάθρων σε ανοίγματα > 60m). Ιδιαίτερα σημαντικό σε δυσμενείς τοπογραφικές ή κυκλοφοριακές συνθήκες.
- ii. Μικρό κόστος εξοπλισμού και ξυλοτύπων
- iii. Τυποποιημένη βιομηχανική παραγωγή με δυνατότητα κατασκευής 20 έως 25m ανά εβδομάδα
- iv. Σημαντική ανεξαρτητοποίηση από καιρικές συνθήκες
- v. Σημαντικά μειωμένο κόστος παραγωγής (4h/m 3 σκυροδέματος, μη περιλαμβανομένης της εργασίας οπλισμού και προεντάσεως)
- vi. Υψηλή ποιότητα κατασκευής χάρη στην τυποποίηση

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- i. Δεν εφαρμόζεται σ' όλες τις χαράξεις
- ii. Αυξημένη ανάλωση χάλυβα προέντασης
- iii. Αυστηρές απαιτήσεις γεωμετρίας
- iv. Σταθερό ύψος φορέα
- v. Αδυναμία επιτάχυνσης της κατασκευής

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



Εικόνα 8: Γέφυρα Ποταμού Φιλιουρή, Κομοτηνή, Εγνατία οδός

Εικόνα από: ΟΜΟΕ ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

2.6 Μέθοδος Προκατασκευασμένων Δοκών

Η μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών χρησιμοποιείται στην Ευρώπη από την προ του Β΄ παγκοσμίου πολέμου εποχή. Στη Γερμανία π.χ. η πρώτη γέφυρα με προκατασκευασμένες/προεντεταμένες δοκούς, ανοίγματος 33 μέτρα, κατασκευάστηκε το 1938, η βιομηχανική όμως παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων για τη γεφυροποιία απασχολείται από την δεκαετία του 1960.

Στη χώρα μας η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται από αρκετά χρόνια με προβαλλόμενα επιχειρήματα τον περιορισμό χρήσης ικριωμάτων και τη συντόμευση του χρόνου κατασκευής της γέφυρας. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Σύστημα προκατασκευής

Ανάλογα με το σύστημα δόμησης το οποίο εφαρμόζεται διακρίνονται:

- α) Σύστημα αμιγούς συναρμολόγησης προκατασκευασμένων στοιχείων το οποίο συνίσταται στη σύνδεση δοκών μόνο με εγκάρσια προεντεταμένα καλώδια και με χρήση κονιάματος στους αρμούς μεταξύ των δοκών χωρίς έγχυτη πλάκα επί τόπου.
- β) Μικτό σύστημα προκατασκευής το οποίο συνίσταται στη σύνδεση των προκατασκευασμένων δοκών με έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα. Του συστήματος αυτού, ανάλογα με την απόσταση στην οποία τοποθετούνται οι προκατασκευασμένοι δοκοί, υπάρχουν δύο παραλλαγές:
 - Στο κλασσικό μικτό σύστημα, στο οποίο οι προκατασκευασμένοι δοκοί τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο και ακολούθως γίνεται η σκυροδέτηση των διαδοκίδων στις θέσεις των στηρίξεων και της πλάκας αφού έχουν καλυφθεί οι αρμοί μεταξύ των προκατασκευασμένων δοκών με κατάλληλα ταινία.
 - Στο μικτό σύστημα, κατά το οποίο οι δοκοί τοποθετούνται σε απόσταση μεταξύ τους και στη συνέχεια με τη βοήθεια καταλλήλου ξυλοτύπου γίνεται η σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας.
- γ) Σύστημα πλήρους προκατασκευής κατά την οποία από βάθρο σε βάθρο τοποθετείται μόνο ένα προκατασκευασμένο στοιχείο.

Ανάλογα με τα διατιθέμενα μέσα για την τοποθέτηση επί των βάθρων των προκατασκευασμένων δοκών διακρίνονται:

- Απλή προκατασκευή κατά την οποία γίνεται χρήση συνήθων γερανών
- Ειδική προκατασκευή κατά την οποία η δόμηση επιτυγχάνεται με ειδικά μηχανήματα και διατάξεις

Περιοχή και τρόπος εφαρμογής της μεθόδου

Από άποψη μηκών ανοιγμάτων η πλέον ευνοϊκή περιοχή για την εφαρμογή της μεθόδου των προκατασκευασμένων δοκών κυμαίνεται από 18m έως 28m. Λιγότερο ευνοϊκές περιοχές είναι από 10m έως 18m και από 28m έως 35m. Ανοίγματα μικρότερα των 10m και μεγαλύτερα των 35m, εμπίπτουν στη δυσμενή περιοχή

εφαρμογής της μεθόδου.

Σύμφωνα με την εγκύκλιο ARS 23/1993 του Ομοσπονδιακού Υπουργείου

Συγκοινωνιών της Γερμανίας για την περιοχή και τον τρόπο εφαρμογής της μεθόδου των προκατασκευασμένων δοκών ισχύουν οι ακόλουθες οδηγίες:

α) Μήκος ανοιγμάτων $< 35\text{m}$

β) Γωνία λοξότητας γέφυρας $> 60^\circ$

γ) Οριζοντιογραφική ακτίνα καμπυλότητας $R > 500\text{m}$

δ) Όχι εφαρμογή σε μεγάλες γέφυρες (κοιλαδογέφυρες ή γέφυρες υπεράνω ποταμών)

ε) Διατμητική σύνδεση/συμπλήρωση των προκατασκευασμένων δοκών με έγχυτες εγκάρσιες διαδοκίδες στους άξονες έδρασής τους και έγχυτη πλάκα

στ) Αποκατάσταση της συνεχείας κατά τη διαμήκη έννοια σε γέφυρες πολλών ανοιγμάτων, με έγχυτες επί τόπου εγκάρσιες διαδοκίδες και πλάκα

ζ) Εφαρμογή προκατασκευασμένων προεντεταμένων δοκών διατομής T

η) Ελαχιστοποίηση των εφεδράνων στον απολύτως απαραίτητο αριθμό

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



Εικόνα 9: Γέφυρα Ρύμιου, Κοζάνης

Εικόνα από: <https://mapio.net/pic/p-5394195/>

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

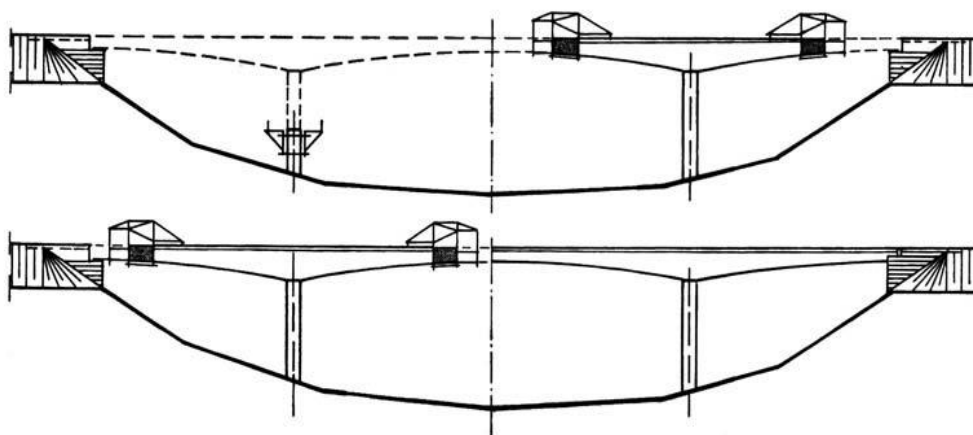
- Ταχύτητα κατασκευής
- Οικονομία ικριωμάτων

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Έλλειψη μονολιθικότητας. Σοβαρό μειονέκτημα λαμβάνοντας υπόψη την επικρατούσα στη χώρα μας μεθοδολογία κατασκευής (αμφιέριστοι δοκοί) σε συνδυασμό με το σεισμικό κίνδυνο.
- Αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης λόγω ύπαρξης μεγάλου αριθμού εφεδράνων και αρμών. Σημειώνεται ότι η αντικατάσταση των αρμών με τις λεγόμενες πλάκες συνεχείας βελτιώνει μεν την κατάσταση από την πλευρά του χρήστη (οδηγού), παραμένουν όμως τα προβλήματα στεγανότητας στην ευαίσθητη αυτή περιοχή.
- Διαμόρφωση της διατομής του φορέα με σκυροδέματα διαφορετικής ηλικίας, αντοχής και ενδεχομένως ποιότητας. Σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα, οι πλάκες κυκλοφορίας κατασκευάζονται με τη βοήθεια προπλακών που φέρουν ενσωματωμένο τον πρωτεύοντα οπλισμό και συμπλήρωμα με επί τόπου σκυροδέτηση. Οι δύο φάσεις της πλάκας συνδέονται μεταξύ τους με διατμητικούς συνδέσμους υπό μορφή καβαλέτων Φ10 ή Φ12. Έχουν εκφρασθεί κατά καιρούς σημαντικές αμφιβολίες για τον τρόπο αυτό δόμησης κυρίως ως προς τη διαχρονική συμπεριφορά του.
- Συγκέντρωση οπλισμού για τη μεταβίβαση δυνάμεων στις μεταβατικές επιφάνειες γεγονός που απαιτεί αυξημένη προσοχή κατά τη σκυροδέτηση.
- Αμφίβολο αισθητικό αποτέλεσμα το οποίο σημειώνεται δεν είναι συνυφασμένο με τη μέθοδο της προκατασκευής, αλλά με την ακολουθούμενη πρακτική υλοποίησής της. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

2.7 Μέθοδος Προβολοδόμησης

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην τεχνική που εδραιώθηκε από την εταιρεία Dyckerhoff & Widmann και η οποία είναι γνωστή σαν μέθοδος προβολοδόμησης (κλασσική μέθοδος). Με τη μέθοδο αυτή γίνεται δυνατή η σταδιακή κατασκευή φορέων γεφυρών σε σπονδύλους μήκους της τάξεως 3,0-5,0 μέτρα σε πρόβολο από την προηγούμενη φάση. Στη χώρα μας η μέθοδος αναπτύχθηκε από τη δεκαετία του 1960 σε γέφυρες συνδεδεμένες με έργα της ΔΕΗ (Μέγδοβας, Τατάρνα). Επίσης, η μέθοδος εφαρμόστηκε σε γέφυρες κατά μήκος μεγάλων οδικών αξόνων, όπως η Εγνατία οδός αλλά και σε μικρότερης κλίμακας έργα, όπως ο Βόρειος άξονας Κρήτης. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



Σχέδιο 5 : Μέθοδος προβολοδόμησης

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Κατά κανόνα, η κατασκευή πραγματοποιείται σχεδόν συμμετρικά ως προς το μεσόβαθρο και ενισχύεται με: α) επιτόπια σκυροδέτηση σπονδύλων, β) προκατασκευή σπονδύλων

Η μέθοδος της προβολοδόμησης θα μας απασχολήσει αρκετά γι' αυτό τον λόγο αναλύεται παρακάτω λεπτομερώς.

Επιτόπια σκυροδέτηση

Η επιτόπια σκυροδέτηση εξασφαλίζεται με φορείς μεταβλητού ύψους, δηλαδή με έντονη μείωση ύψους φορέα από τη στήριξη προς το άνοιγμα.

Η λυγηρότητα του φορέα στην περιοχή των μεσοβάθρων γίνεται σε $l/h \approx 17$ και στην περιοχή του μέσου των ανοιγμάτων σε $l/h \approx 50$. Κατά κανόνα, η κατασκευή διαμορφώνεται χωρίς ενδιάμεση προσωρινή στήριξη και σπανιότερα με ενδιάμεση προσωρινή στήριξη.

Πρώτα απ' όλα, ο φορέας κατασκευάζεται σε επιμέρους προβόλους οι οποίοι στη συνέχεια

ενοποιούνται σε ένα πλαισιακό σύστημα. Κατά την πρώτη δεκαετία εφαρμογής της μεθόδου η ενοποίηση γίνονταν με αρθρώσεις με παράλληλη διάταξη ειδικών εφεδράνων, τα οποία διεκδικούσαν αρκετό χώρο ή μέσω επικαθημένων τμημάτων μικρού μήκους και στην συνέχεια τα τελευταία χρόνια η ενοποίηση γίνεται κυρίως με πλήρη αποκατάσταση της συνεχείας του φορέα (ανάληψη και ροπών). Γενικά, τα συστήματα με αρθρώσεις καθίστανται οικονομικότερα από διατάξεις που μπορούν να παραλάβουν ροπές, διότι αποκλείουν την ανακατανομή της έντασης από την περιοχή της στήριξης στην περιοχή του ανοίγματος.

Προχωρώντας στη λειτουργικότητα της γέφυρας, τα συστήματα αρθρώσεων εμφανίζουν μειονεκτήματα όπως:

- 1) ο σχηματισμός γόνατος στη θέση σύνδεσης
- 2) το κόστος αρχικής κατασκευής του αρμού στην περίπτωση που η άρθρωση συνδέεται με την κατασκευή αρμού
- 3) το κόστος συντήρησης αρμού

Στην περίπτωση που για διάφορους λόγους προτιμηθεί η λύση της άρθρωσης, τότε θα πρέπει να εφαρμόζονται προεντεταμένες αρθρώσεις χωρίς δυνατότητα μετακίνησης. Ωστόσο, επειδή στην περιοχή της άρθρωσης η διάρκεια ζωής της μόνωσης του καταστρώματος είναι περιορισμένη και από το πρόσθετο γεγονός της στροφής της άρθρωσης από κινητά φορτία, θερμοκρασία και άλλα, ενδείκνυται η τοποθέτηση ενισχυτικού ελάσματος. Κάτω από την περιοχή της άρθρωσης προβλέπεται χώρος επιθεώρησης.

Περιοχή εφαρμογής της μεθόδου

Η κλασική μέθοδος προβολοδόμησης επιβάλλεται από οικονομικής άποψη για ανοίγματα από 70 μέτρα έως 200 μέτρα και για συνολικό μήκος γέφυρας μεγαλύτερο από 200 μέτρα. Το μήκος του σκυροδετουμένου σπονδύλου κυμαίνεται συνήθως από 3,0 μέτρα έως 5,0 μέτρα.

Διαμόρφωση διατομής

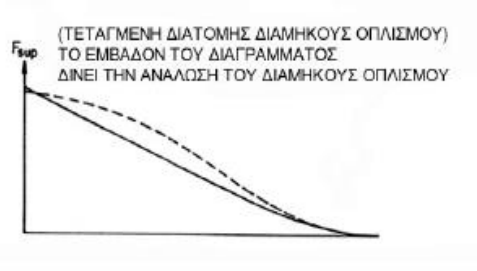
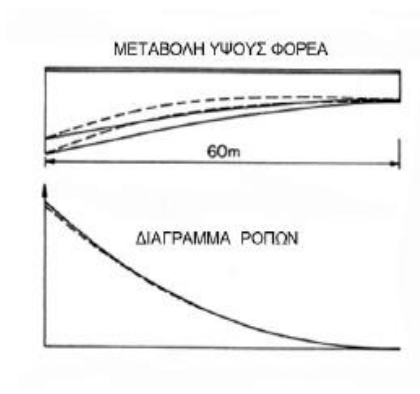
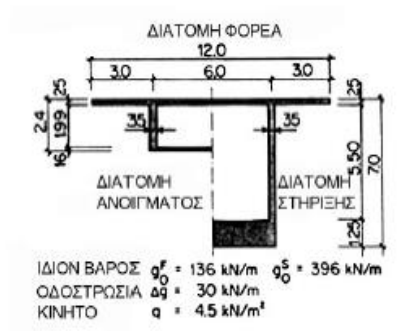
Η διατομή, λόγω των μεγάλων αρνητικών ροπών, δημιουργείται ως κιβώτιο και πολλές διαστάσεις σταθεροποιούνται για την απλοποίηση των εργασιών του ξυλοτύπου. Επιπλέον, οι δοκοί του κιβωτίου εκτιμούνται γενικά κατακόρυφοι. Επίσης, οι κεκλιμένοι δοκοί δυσκολεύουν τη σκυροδέτηση. Εφόσον δεν υπάρχουν κατασκευαστικοί λόγοι, όπως για παράδειγμα αγκυρώσεις τενόντων, διάκενα δόνησης κ.λ.π., το πάχος των δοκών ορίζεται από την απαιτούμενη αντοχή σε διάτμηση. Ακόμη, το ελάχιστο πάχος δοκών χωρίς τένοντες προέντασης καθίσταται να μην είναι μικρότερο των 35 εκατοστά.

Θα πρέπει να δοθεί σημαντική προσοχή στον καθορισμό του πάχους της πλακός καταστρώματος (πάνω πλάκα κιβωτίου). Οι πολυάριθμοι τένοντες, οι οποίοι διατάσσονται κατά κύριο λόγο στην πλάκα καταστρώματος, εξασθενίζουν την αντοχή σε διάτμηση κατά την κατακόρυφη και οριζόντια διεύθυνση. Εάν οι διαμήκεις τένοντες αγκυρώνονται στην περιοχή σύνδεσης της πλάκας κυκλοφορίας με τις δοκούς εκτός των συνδετήρων, θα πρέπει η περιοχή αυτή να έχει επαρκές πάχος. Ακολούθως, η κατασκευή της κάτω πλάκα του κιβωτίου

γίνεται με μεταβλητό πάχος, πράγμα που από κατασκευαστικής πλευράς δεν μας προβληματίζει.

Εν συνεχεία μας απασχολεί η μεταβολή του ύψους του φορέα, όπου είναι συνήθως παραβολική ή ημιτονική, μεταξύ των ορίων και παίζει σημαντικό ρόλο στη διατμητική καταπόνηση και συνεπώς στο πάχος των δοκών καθώς και στο ποσοστό του διαμήκους οπλισμού και του οπλισμού διάτμησης. Συμπληρωματικά, φορείς με γρήγορα απομειούμενο ύψος παρουσιάζουν στο άνοιγμα τη μέγιστη διατμητική καταπόνηση η οποία ορίζει το πάχος των δοκών και το οποίο συνήθως παραμένει σταθερό καθ' όλο το μήκος του φορέα. Σημειώνεται ότι η ανάλωση του διαμήκους οπλισμού είναι σχετικά μεγάλη. Από την άλλη πλευρά, η ανάλωση του οπλισμού διάτμησης είναι σχετικά μικρή επειδή στην περιοχή των μεγάλων υψών του φορέα επικρατεί μικρότερη διατμητική καταπόνηση. Επιπρόσθετα, φορείς με λιγότερο γρήγορα απομειούμενο ύψος δημιουργούν μια εξισορροπημένη διατμητική καταπόνηση με συνέπεια στην περίπτωση αυτή το στατικά απαιτούμενο πάχος των δοκών να είναι ελάχιστο. Η ανάλωση του διαμήκους οπλισμού είναι σχετικά μικρή. Από την άλλη πλευρά, η ανάλωση του οπλισμού διάτμησης είναι μεγαλύτερη διότι στην περιοχή των μεγάλων υψών του φορέα επικρατεί η μέγιστη διατμητική καταπόνηση.

Στα παρακάτω σχήματα δίνεται παραστατικά η επίδραση της μορφής του φορέα (μεταβολή του ύψους) στο πάχος των δοκών, στον διαμήκη οπλισμό και στον οπλισμό διάτμησης. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



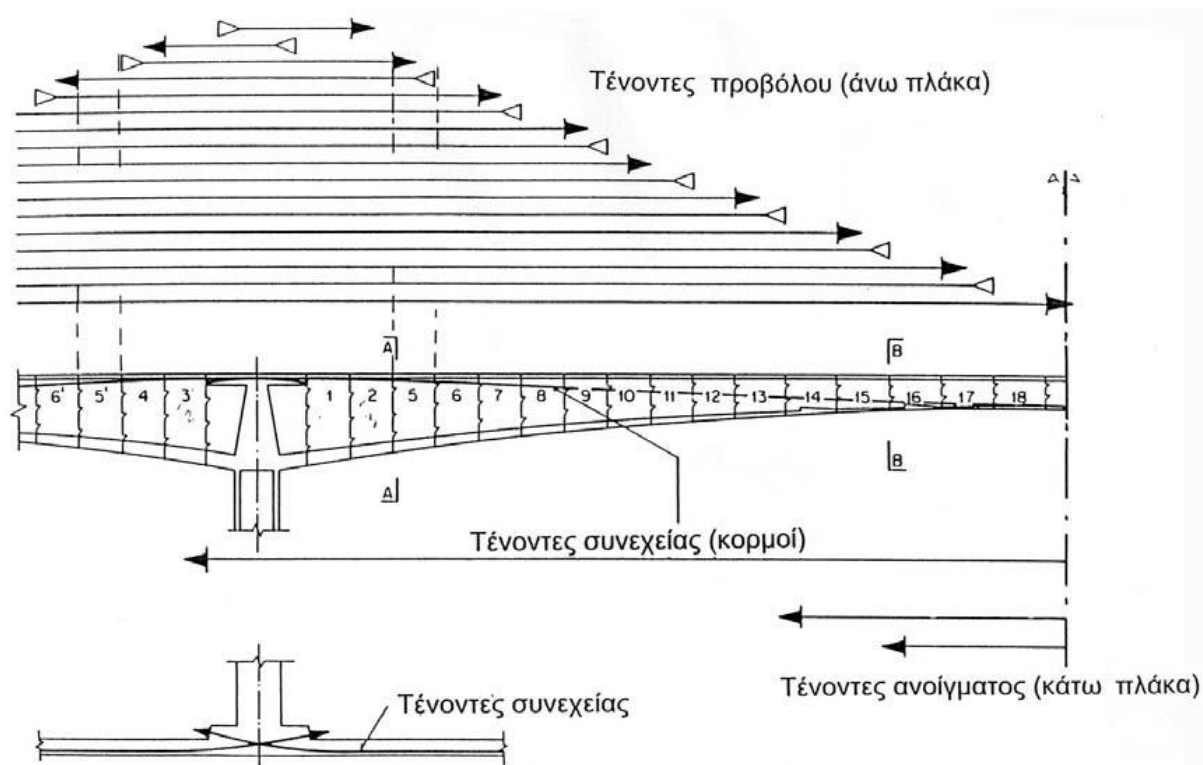
Σχέδιο 6 :Επίδραση της μορφής του φορέα στο πάχος των δοκών, στον διαμήκη οπλισμό και στον οπλισμό διάτμησης.

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Διάταξη προέντασης

Η διαμήκης προένταση βασίζεται σε τρεις ομάδες τενόντων:

- α) Τένοντες προβόλου (άνω πλάκα)
- β) Τένοντες ανοίγματος (κάτω πλάκα)
- γ) Τένοντες συνεχείας (κορμοί)



Σχέδιο 7 : Διάταξη προέντασης

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Πιο αναλυτικά,

α) Οι τένοντες προβόλου συντελούν τον κύριο οπλισμό του συστήματος ο οποίος τοποθετείται στην πλάκα κυκλοφορίας (άνω πλάκα). Επιπλέον, σημειώνεται ότι η αγκύρωση των τενόντων της ομάδας αυτής γίνεται στην περιοχή συναρμογής των κορμών και της άνω πλάκας του κιβωτίου. Κατόπιν για λόγους κατασκευαστικούς η ελεύθερη απόσταση μεταξύ των τενόντων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 8,0 εκατοστά. Επίσης θα πρέπει να εξεταστεί εάν η διάτμηση μπορεί να παραληφθεί στο μεταξύ των τενόντων διάστημα. Πέρα από αυτό για την αποφυγή ρηγματώσης στο επίπεδο των τενόντων, πρέπει η πλάκα να οπλίζεται επαρκώς με οπλισμό διάτμησης.

Επιπρόσθετα θα πρέπει να δίνεται έμφαση στις οριζόντιες διατμητικές τάσεις, ιδιαίτερα κατά τη φάση κατασκευής.

β) Οι τένοντες ανοίγματος εξυπηρετούν την ανάληψη θετικών ροπών στο μεσαίο τρίτο του ανοίγματος και οι απαιτούμενοι τένοντες τοποθετούνται στην κάτω πλάκα του κιβωτίου, παραπλεύρως των δοκών. Ειδικότερα, θα πρέπει να δίνεται έμφαση στις ακτινικές δυνάμεις των τενόντων ανοίγματος συνεπεία της καμπύλης διαμόρφωσης της κάτω πλάκας.

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Βαθμός προέντασης

Για να μειωθούν οι παραμορφώσεις του φορέα και ο περιορισμός των προβλημάτων που συνδέονται με αυτές, είναι σκόπιμη κατά το δυνατόν η αυξημένη προένταση. Επιπροσθέτως, η σημαντική διαμήκης προένταση της πλάκας κυκλοφορίας (άνω πλάκα) έχει σαν αποτέλεσμα ο τοποθετούμενος χαλαρός οπλισμός να είναι ο ελάχιστος απαιτούμενος, γεγονός το οποίο διευκολύνει την παράθεσή του κατά τις φάσεις των διαδοχικών σκυροδετήσεων των σπονδύλων. Επομένως, σκοπεύεται καταρχήν ο προσδιορισμός του απαιτούμενου ελάχιστου οπλισμού από τον έλεγχο της ρηγματώσης και στη συνέχεια ο προσδιορισμός του απαιτούμενου οπλισμού προέντασης από τον έλεγχο θραύσης.

Στις περισσότερες περιπτώσεις προκύπτει πλήρης προένταση για τα μόνιμα φορτία και για σημαντικό ποσοστό των κινητών φορτίων. Υπενθυμίζεται ότι:

α) Γενικά στις γέφυρες: για την περίπτωση φόρτισης μόνιμα + προένταση + 1/2 κινητά + ερπυσμός + συστολή πήξης δεν επιτρέπονται εφελκυστικές τάσεις.

β) Ειδικά για τους αρμούς εργασίας: οι επιτρεπόμενες εφελκυστικές τάσεις ανέρχονται στο μισό των επιτρεπομένων εφελκυστικών τάσεων και ότι για την περίπτωση φόρτισης μόνιμα + προένταση + συστολή λόγω πήξεως + ερπυσμός δεν επιτρέπεται η ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων.

Ανακατανομή της έντασης λόγω ερπυσμού και αλλαγής στατικού συστήματος

Όπως εξάλλου γνωστοποιείται, η μεταβολή των φορτίων διατομής ενός συστήματος επέρχεται μέσω του ερπυσμού μόνο όταν συνδέονται τμήματα από σκυρόδεμα διαφορετικής

ηλικίας ή διαφορετικής σύνθεσης, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της τμηματικής κατασκευής γεφυρών.

Η ανακατανομή αφορά μόνιμες φορτίσεις που επιβάλλονται στο αρχικό σύστημα προβόλων:

α) Ίδιο βάρος

β) Προένταση άνω πλάκας

Για ένα αρκούντως ακριβή υπολογισμό, των τελικά αναπτυσσομένων εντατικών μεγεθών, όπως για παράδειγμα ροπών, ισχύει η σχέση:

$$M = M_0 + \alpha(M_c - M_0) = \alpha M_c + (1 - \alpha) M_0 \text{ όπου:}$$

M: η τελική ροπή

M₀: η αντίστοιχη ροπή στο αρχικό ισοστατικό (πρόβολοι) σύστημα

M_c: η αντίστοιχη ροπή στο υπερστατικό σύστημα

$$\alpha = \frac{\varphi}{1 + \rho\varphi} \approx 0,70 - 0,80 \text{ συντελεστής ερπυστικής ανακατανομής}$$

$$\rho = \rho(t_1, t_0) \approx 0,8 \text{ συντελεστής ωρίμανσης}$$

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Υπολογισμός υπερυψώσεων και υψομέτρων ξυλοτύπου

Με τις υπερυψώσεις αναιρούνται οι παραμορφώσεις του φορείου, καθώς και του φορέα, ώστε να επιτύχουν σε κατάσταση λειτουργίας τα προβλεπόμενα από τη μελέτη υψόμετρα της ερυθράς.

Μάλιστα, οι υπερυψώσεις που αντιστοιχούν στις παραμορφώσεις που προκύπτουν κατά τη φάση της κατασκευής και μετά την ολοκλήρωσή της από την επιβολή όλων των μόνιμων φορτίων, από ένα μικρό τμήμα των κινητών φορτίων και από ανομοιόμορφη μεταβολή της θερμοκρασίας, δηλαδή σ' ένα σημείο του φορέα *i* η απαιτούμενη υπερύψωση είναι ίση με τη βύθιση του σημείου αυτού σ' ένα χρονικό ορίζοντα ίσο με το 1/2 της ζωής της γέφυρας.

Συγχρόνως, παρατίθεται ότι το μέτρο ελαστικότητας, ο ερπυσμός, η πήξη, η χαλάρωση του χάλυβα και οι παραμορφώσεις του εδάφους διεκδικούν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό των προαναφερθεισών υπερυψώσεων.

Συμπληρώνεται ότι σε γέφυρες κατασκευαζόμενες με τη μέθοδο της δόμησης σε πρόβολο, λόγω ακριβώς του τρόπου κατασκευής τους, οι βυθίσεις είναι σχετικά μεγάλες. Επομένως, για τον υπολογισμό των υπερυψώσεων πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις ακόλουθες παραμορφώσεις:

α) Βύθιση του φορείου κατά τη σκυροδέτηση του σπονδύλου. Παραμορφώσεις του στατικού συστήματος κατά τη φάση κατασκευής (πρόβολος) λόγω των σκυροδετηθέντων σπονδύλων,

του φορείου και της σκυροδέτησης της κλείδας (Κλείσιμο ανοίγματος)

β) Παραμορφώσεις του συστήματος σε τελική φάση λαμβάνοντας υπόψη την προένταση ανοίγματος, την προένταση συνεχείας, ένα μικρό τμήμα των κινητών φορτίων και ανομοιόμορφη θερμοκρασιακή μεταβολή.

γ) Καθιζήσεις των θέσεων έδρασης του φορέα λόγω παραμορφώσεων των βάθρων και καθίζησης του εδάφους θεμελίωσης.

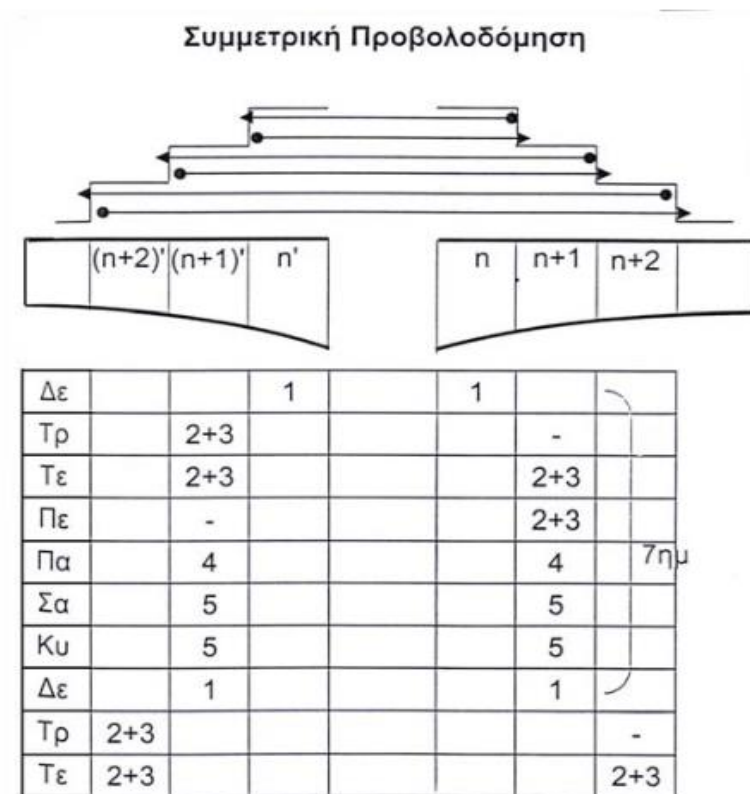
Επιπροσθέτως, το υψόμετρο του ξυλοτύπου στο τέλος του προς σκυροδέτηση σπονδύλου $i+1$, εξακριβώνεται από τη γραμμή υπερωψώσεων $\Delta I+I$ του φορέα και τη βύθιση $\Delta 0 I+I$ στο σημείο $i+1$, συνεπεία της σκυροδέτησης και της προέντασης του σπονδύλου $i+1$.

Εβδομαδιαίος κύκλος δραστηριοτήτων

Ένας τυπικός εβδομαδιαίος κύκλος δραστηριοτήτων κατασκευής μπορεί να είναι ως εξής:

α) Συμμετρική Προβολοδόμηση

1. Προένταση, προώθηση φορείου
2. Πέρασμα τενόντων
3. Τοποθέτηση οπλισμού
4. Σκυροδέτηση
5. Σκλήρυνση

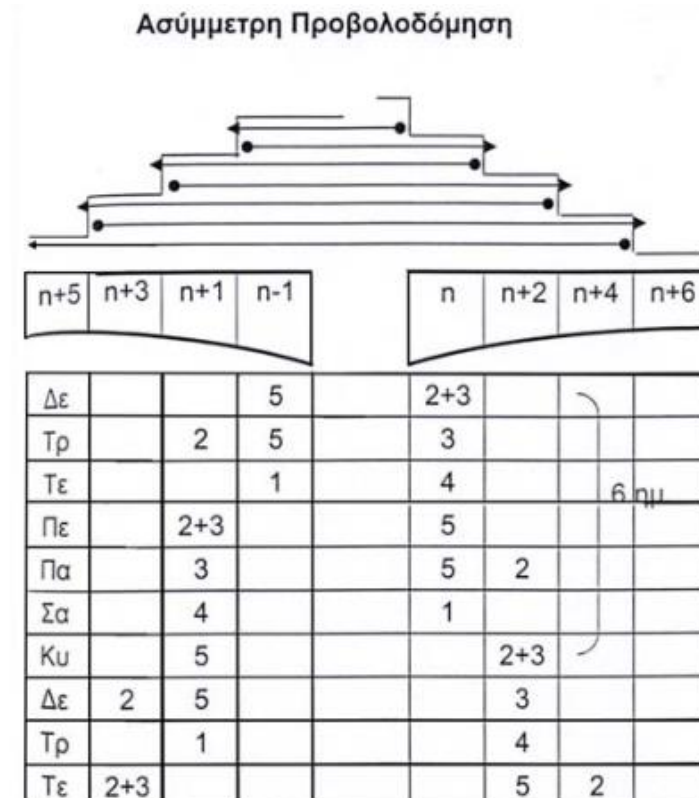


Πίνακας 3: Συμμετρική προβολοδόμηση

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

β) Ασύμμετρη Προβολοδόμηση

1. Προένταση, προώθηση φορείου
2. Πέρασμα τενόντων
3. Τοποθέτηση οπλισμού
4. Σκυροδέτηση
5. Σκλήρυνση



Πίνακας 4: Ασύμμετρη προβολοδόμηση

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα της κλασσικής μεθόδου

Καθώς βρισκόμαστε σε αυτό το σημείο παρακάτω παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κλασσικής μεθόδου. Συγκεκριμένα:

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- α) Το κόστος των ικριωμάτων στην κλασσική προβολοδόμηση ανέρχεται συνήθως στο 25% - 35% του συνολικού κόστους της γέφυρας έναντι 40% περίπου σε γέφυρες με συμβατικά ικριώματα και είναι ανεξάρτητο από το ύψος των βάθρων και την τοπογραφία της θέσεως κατασκευής της.
- β) Ο επαναληπτικός κύκλος δραστηριοτήτων μειώνει σημαντικά το κόστος εργασίας ανά μονάδα υλικών.
- γ) Το φορείο σκυροδέτησης των σπονδύλων είναι ρυθμιζόμενο και επιδεκτικό πολλαπλών εφαρμογών.

Και τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- α) Η κατασκευή οδών πρόσβασης σε κάθε μεσόβαθρο θα πρέπει να εξασφαλίζει τον εφοδιασμό του συστήματος με τα απαιτούμενα υλικά κατασκευής του φορέα.
- β) Σημαντικό κόστος μεταφόρτωσης των υλικών ιδιαίτερα στην περίπτωση υψηλών βάθρων.
- γ) Ανάγκη, μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής κάθε φάσεως, καταβιβασμού των φορείων, μεταφοράς τους μέσω του δύσβατου συνήθως εδάφους της χαράδρας στη θέση του επομένου μεσοβάθρου και ανύψωση στη νέα θέση λειτουργίας τους.

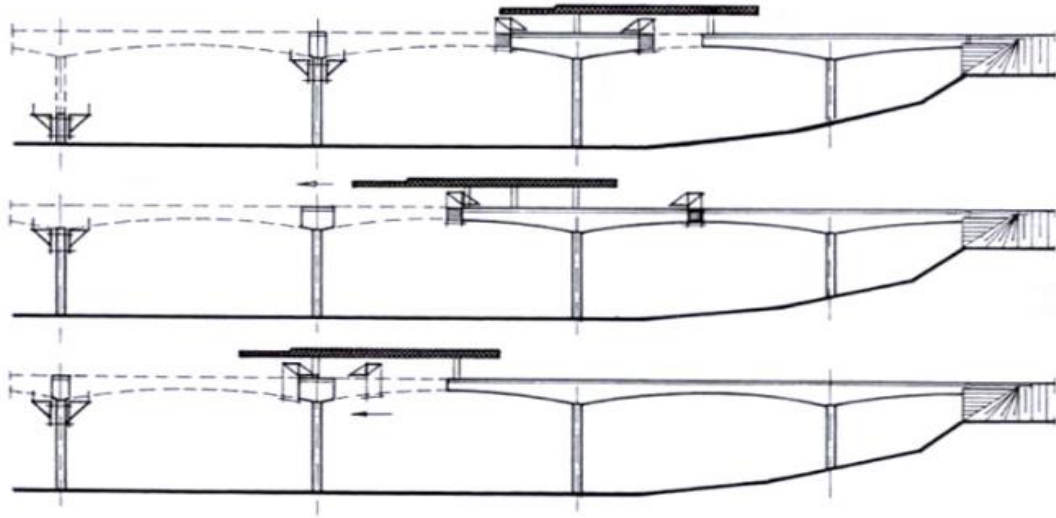
Παραλλαγές της κλασσικής μεθόδου

Για την εξουδετέρωση των προαναφερθέντων μειονεκτημάτων έχουν αναπτυχθεί παραλλαγές της κλασσικής μεθόδου, οι οποίες σε γενικές γραμμές περιγράφονται ως ακολούθως:

(α) Δόμηση σε πρόβολο με βοηθητικό φορέα.

Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται:

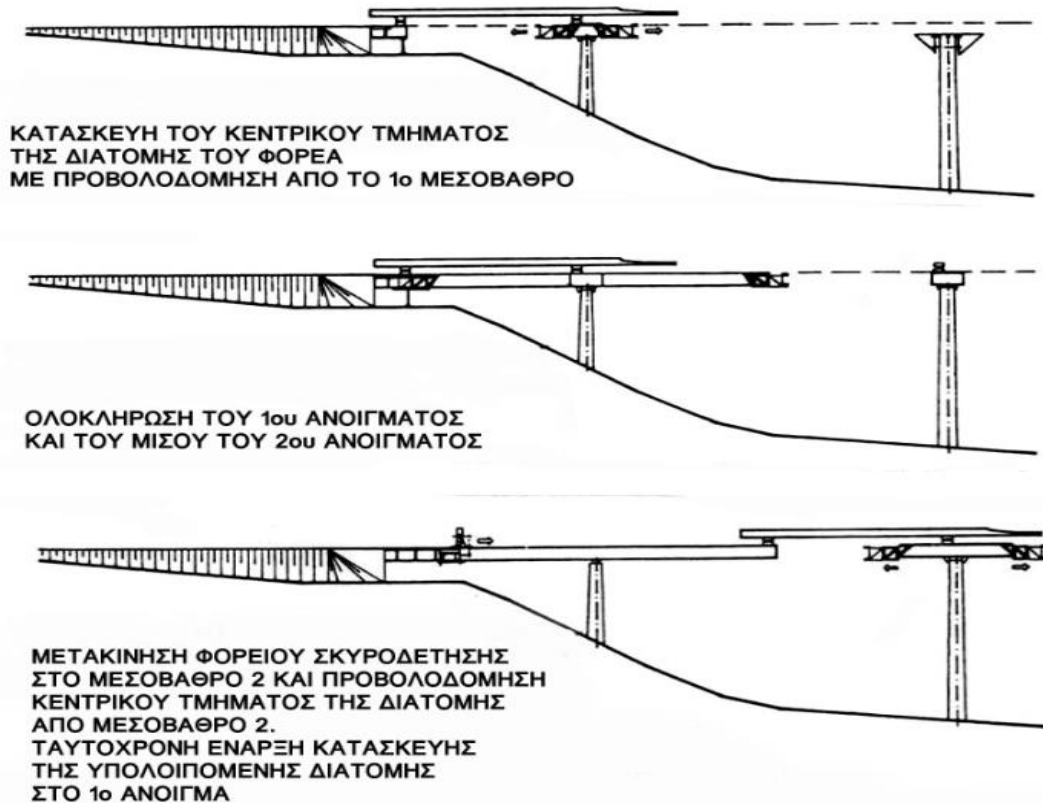
- Μεταφορά προσωπικού και υλικών μέσω του ήδη κατασκευασθέντος τμήματος του φορέα καθώς και του βοηθητικού φορέα.
- Απλή μετάθεση των φορείων σκυροδέτησης στο επόμενο μεσόβαθρο μέσω του βοηθητικού φορέα. (Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)



Σχέδιο 8 : Μέθοδος προβολοδόμησης

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

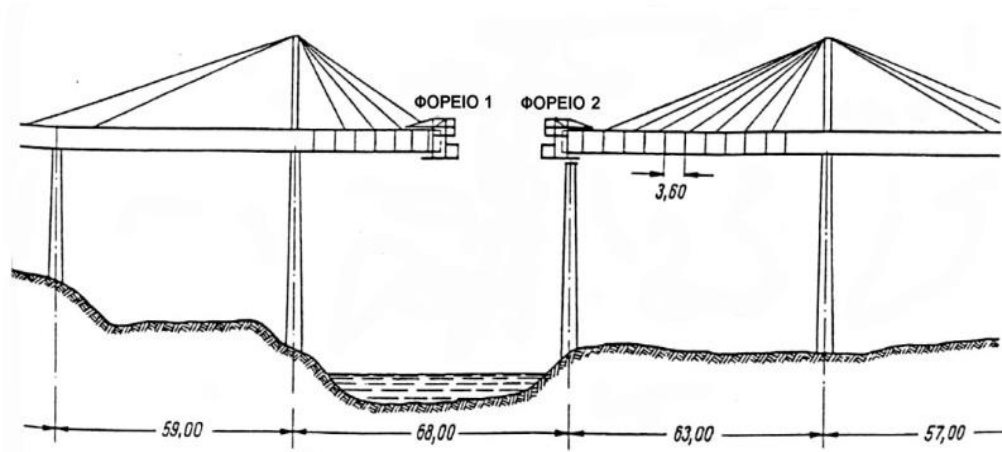
(β) Δόμηση σε πρόβολο με βοηθητικό φορέα όπως και στην περίπτωση (α), αλλά κατασκευή της διατομής σε δύο φάσεις με τη βοήθεια ενός προσθέτου φορείου. Σε πρώτη φάση κατασκευάζεται, κατά τα γνωστά, το κεντρικό τμήμα της διατομής (κιβώτιο) και σε δεύτερη φάση με το πρόσθετο φορείο οι πρόβολοι του κιβωτίου και οι αντηρίδες. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την κατασκευή φορέων διατομής μεγάλου πλάτους, όταν για οποιονδήποτε λόγο δεν έχει προκριθεί η λύση των ανεξαρτήτων φορέων ανά κλάδο οδού.



Σχέδιο 9: Μέθοδος προβολοδόμησης

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

γ) Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες έχει προδιαγραφεί φορέας σταθερού ύψους και επειδή δεν είναι δυνατή η παραλαβή της αναπτυσσόμενης στη θέση του μεσοβάθρου ροπής προβόλου, γίνεται χρήση καλωδίων ανάρτησης και βοηθητικού πυλώνα.



Σχέδιο 10 :Χρήση καλωδίων στην μέθοδο της προβολοδόμησης

(Πηγή: ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ)

3. ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ

3.1 Γενικά

Η Εγνατία Οδός (Αυτοκινητόδρομος 2, Α2) αποτελεί τον μεγαλύτερο αυτοκινητόδρομο στην Ελλάδα με μήκος 670 χλμ. (χιλιόμετρα). Εδράζεται στην βόρεια Ελλάδα. Αρχίζει από την Ηγουμενίτσα και στην συνέχεια κατευθύνεται στην Ήπειρο, διασχίζει ολόκληρη την Μακεδονία με βάση μια από τις μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας, την Θεσσαλονίκη και κορυφώνεται στην Θράκη, όπου τερματίζει στα Ελληνοτουρκικά σύνορα στον ποταμό Έβρο. Η Εγνατία οδός είναι κομμάτι της Ευρωπαϊκής Διαδρομής Ε90 και το όνομα της προέρχεται από την αρχαιότητα που ακολουθούσε σχεδόν την ίδια διαδρομή.

Αν κανείς διασχίσει την Εγνατία Οδό με το αυτοκίνητο του θα διαπιστώσει ότι είναι ένα αξιοθαύμαστο έργο, καθώς θα διακρίνει ένα φάσμα τεχνικών έργων, σηράγγων και γεφυρών και κατασκευές καινοτόμες για την Ελλάδα. Αυτό πηγάζει βέβαια από το δύσκολο τοπογραφικό ανάγλυφο και από τους περιβαλλοντικούς όρους που έπρεπε να τηρηθούν, αφού οι περιοχές όπως για παράδειγμα η Πίνδος, ο Αλιάκμονας, το Βέρμιο, ο Νέστος περιλαμβάνουν σπάνια και πλούσια χλωρίδα και πανίδα που ήταν αναγκαίο να προστατευθεί.

3.2 Οι Γέφυρες στην Εγνατία Οδό

Βέβαια αυτή η ποικιλομορφία του ανάγλυφου όπως και η ανάγκη για να αποφευχθεί η αλλοίωση των τοποθεσιών χρειάστηκε να κατασκευαστούν γέφυρες με ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον. Σημειώνεται ότι τα τεχνικά έργα της Εγνατίας οδού κυμαίνονται σε αριθμό των 1.650 εκ των οποίων τα 550 περίπου είναι γέφυρες και διαβάσεις. Φυσικά, η κατασκευή τους δεν ήταν εύκολη, απαιτήθηκαν ειδικές μελέτες αντισεισμικής θωράκισης και εφαρμόστηκαν μέθοδοι κατασκευής προκειμένου να αντέχουν σε πολλά ρίχτερ. Επιπλέον, για να επιτύχουν αυτό τον στόχο φρόντισαν τα δομικά τους στοιχεία να συντηρούνται εύκολα για να αντέξουν τον προδιαγραφόμενο χρόνο ζωής των 120 ετών.

Οι δίδυμες, λοιπόν γέφυρες της Εγνατίας οδού με ανεξάρτητους φορείς ανά κλάδο κυκλοφορίας, σύμφωνα με την πρακτική των γερμανικών αυτοκινητοδρόμων, και το μήκος τους ξεπερνάει τα 40 χιλιόμετρα. Αξίζει να υπογραμμίσουμε ότι το κόστος τους ξεπερνάει τα 600 εκατομμύρια ευρώ. Συγκεκριμένα για τις σεισμικές φορτίσεις δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στον σχεδιασμό με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων ανάλυσης και εφαρμογής νέας τεχνολογίας, όπως ειδικά εφέδρανα και αρμοί, συσκευές απορρόφησης ενέργειας. Ο συνδυασμός του μεγάλου ύψους, της υψηλής σεισμικότητας, του μήκους ανοιγμάτων και τις δύσκολες γεωτεχνικές συνθήκες κατέστησαν τα έργα αυτά πρωτοποριακά σε παγκόσμια κλίμακα.

Χαρακτηριστικότερα παραδείγματα, από τις ήδη κατασκευασμένες γέφυρες:

- η γέφυρα Βοτονοσίου στο Μέτσοβο με μέγιστο άνοιγμα (από κολόνα σε κολόνα) 230 μέτρα.



Εικόνα 10: Γέφυρα Βοτονοσίου

- η γέφυρα Γ 12 στον Πολύμυλο της Κοζάνης (παράκαμψη Καστανιάς) με μέγιστο ύψος 80 μέτρα



Εικόνα 11: Γέφυρα Πολύμυλου

- οι γέφυρες του Μετσόβου με μέγιστο άνοιγμα 235 μέτρα και μέγιστο ύψος βάθρου 100 μέτρα



Εικόνα 12: Γέφυρα Μετσόβου

- η γέφυρα του Αράχθου με συνολικό μήκος 1.036 μέτρα.



Εικόνα 13: Γέφυρα Αράχθου

- Στην συγκεκριμένη περίπτωση αξίζει να σημειώσουμε την γέφυρα Γρεβενιώτικου. Η γέφυρα εξασφαλίζει τη διέλευση της Εγνατίας Οδού πάνω από την κοιλάδα του Γρεβενιώτικου ποταμού και είναι ορατή από την πόλη των Γρεβενών. Είναι μία από τις μεγαλύτερες γέφυρες στην Ευρώπη με δύο κλάδους μήκους 920 μ. έκαστος, χωρίς ενδιάμεσο αρμό. Το τυπικό άνοιγμα είναι 100 μ., το μέγιστο ύψος των βάθρων είναι 48 μ. και κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της προβολοδόμησης. Χαρακτηριστικό τεχνολογικό στοιχείο της γέφυρας είναι ότι σε επιλεγμένες θέσεις μεταξύ γέφυρας και βάθρων έχουν εγκατασταθεί ειδικές υδραυλικές συσκευές εμπλοκής, οι οποίες έπειτα από συγκεκριμένο όριο δύναμης λειτουργούν σαν υδραυλικοί αποσβεστήρες.



Εικόνα 14: Γέφυρα Γρεβενιώτικου

3.3 Τμήμα ΓΡΕΒΕΝΑ-ΠΑΝΑΓΙΑ

Το τμήμα 4.1 της Εγνατίας Οδού βρίσκεται στα γεωγραφικά διαμερίσματα της Δυτικής Μακεδονίας και της Θεσσαλίας στους νομούς Γρεβενών (το μεγαλύτερο τμήμα) και Τρικάλων (μικρό τμήμα στην αρχή της χάραξης).



Εικόνα 15: Γέφυρα ποταμού Βενέτικου

Κυρίως θα ασχοληθούμε με το τμήμα Ιωάννινα-Γρεβενά που περιλαμβάνει και εκείνο το κομμάτι που εκτείνεται από τον ποταμό Βενέτικο έως την Παναγιά. Αξίζει να σημειωθεί ότι αποτέλεσε πραγματικά ένα από τα δυσκολότερα κατασκευαστικά τμήματα της Εγνατίας Οδού. Η περιοχή της Πίνδου, από την οποία διέρχεται, παρουσιάζει μια σειρά ιδιαιτεροτήτων που την κάνει πολύ ενδιαφέρουσα. Από γεωλογική άποψη συγκεντρώνει ποικιλία πετρωμάτων και σχηματισμών με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Μορφολογικά παρουσιάζει ένα έντονο ανάγλυφο

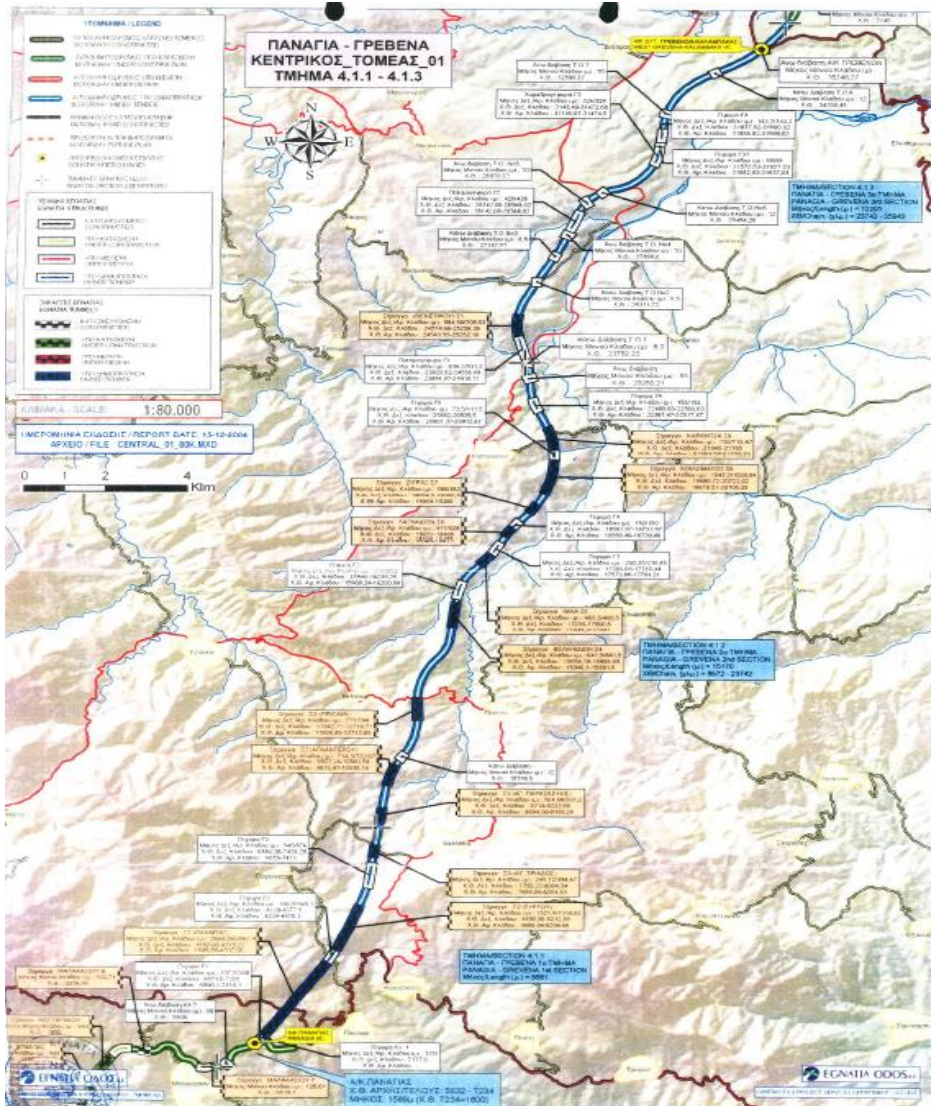
με υψομετρικές διαφορές της τάξης των 2000 μέτρων που δημιουργούν εντυπωσιακές χαράδρες και κοιλάδες και πυκνό δίκτυο χειμάρρων και ρεμάτων. Η εντυπωσιακή ποικιλία του κλίματος αντικατοπτρίζεται στη μεγάλη ποικιλία των φυτικών ειδών και των δασικών οικοσυστημάτων που περιλαμβάνουν περιοχές ενδιαίτησης σπάνιων ειδών πανίδας όπως η καφέ αρκούδα, λύκος, ζαρκάδι, βίδρα, αγριοκάτσικο κ.λπ. Όπως καταλαβαίνουμε, η περιοχή είναι μοναδικού φυσικού κάλλους, δυσπρόσιτη, με πυκνότητα βλάστηση, ιδανικό καταφύγιο για την άγρια πανίδα, για την προστασία της οποίας ελήφθη ειδική μέριμνα με την επιπλέον δαπάνη 100 εκ. ευρώ.

Αξιοπρόσεκτο είναι το γεγονός ότι σε σύνολο 35 χιλιομέτρων τα 16,4 χιλιόμετρα είναι τεχνικά έργα (γέφυρες και σήραγγες), δηλαδή ποσοστό 47% του συνόλου της χάραξης. Κατά μήκος της οικολογικά σημαντικής περιοχής (η χάραξη που αποκόπτει το ενδιαίτημα της καφέ αρκούδας), η οποία είναι 16,6 χιλιόμετρα, το συνολικό μήκος των περασμάτων είναι της τάξης των 9,8 χιλιόμετρα, δηλαδή ποσοστό περασμάτων στη σημαντικά οικολογική περιοχή της τάξης του 59%. Είναι ένα εντυπωσιακό έργο το οποίο περιλαμβάνει 13 σήραγγες διπλού κλάδου με συνολικό μήκος 11 χλμ. και 9 γέφυρες με συνολικό μήκος 2,7 χλμ. Η μεγαλύτερη είναι αυτή εδώ η γέφυρα, του Βενέτικου, μήκους 636 μέτρων.

Επιπλέον, για να αντιμετωπισθούν τα τεράστια προβλήματα κατολισθήσεων και αποσάθρωσης έγινε ένα πρωτοφανές υπόγειο σύστημα αποστράγγισης και σταθεροποίησης της περιοχής με αποστραγγιστικές σήραγγες, φρέατα, σωληνώσεις, αγκυρώσεις, ενισχύσεις εδάφους και πασσαλοστοιχίες που αποτελεί ουσιαστικά ένα δεύτερο έργο κάτω από το έργο του αυτοκινητοδρόμου.

Εκτός των κυρίως τεχνικών έργων (σήραγγες και γέφυρες) περιλαμβάνει διαβάσεις ως περάσματα άγριας πανίδας, καθώς και μία πράσινη γέφυρα -τεχνικό ειδικής κατασκευής που αποκαθιστά και εξασφαλίζει τις μετακινήσεις των ζωικών ειδών κάθετα στον αυτοκινητόδρομο, περιορίζοντας το φαινόμενο της γεωγραφικής απομόνωσης τους- σύμφωνα και με τους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους.

Η τελική χάραξη του τμήματος, όπως διαμορφώθηκε κατά την οριστική μελέτη οδοποιίας, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερος «περιβαλλοντική» .



Σχέδιο 11 : Οριζοντιογραφία έργου κατασκευής του τμήματος ΠΑΝΑΓΙΑ-ΓΡΕΒΕΝΑ:ΤΜΗΜΑ 4.1.1-4.1.3

Πηγή: Εγνατία Οδός

3.4 Οι Γέφυρες του τμήματος ΓΡΕΒΕΝΑ- ΠΑΝΑΓΙΑ

Συγκεκριμένα, κατασκευάστηκαν 11 δίδυμες γέφυρες χρησιμοποιώντας τις μηχανοποιημένες μεθόδους κατασκευής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να σχεδιαστούν γέφυρες με μεγάλα επιμέρους ανοίγματα (της τάξης των 100μ έως 160μ), υψηλά βάθρα (έως 75μ) και μεγάλα μήκη γεφυρών της τάξης των 650μ.



Εικόνα 16: Γέφυρα ποταμού Βενέτικου

Παρακάτω παραθέτονται συνοπτικά μερικές γέφυρες του τμήματος Γρεβενά-Παναγιά.

3.4.1 Γέφυρα Γ1 π.Βενέτικου

Η γέφυρα φέρει τον αυτοκινητόδρομο πάνω από τον ποταμό Βενέτικο και αποτελείται από δύο κλάδους που έχουν διαφορετικά μήκη (531,10 και 636,20). Λόγω της ύπαρξης του ποταμού Βενέτικου τα ανοίγματα της γέφυρας φτάνουν τα 120 μέτρα.

3.4.2 Γέφυρα Γ2

Πρόκειται για οδική κοιλαδογέφυρα δύο ανεξαρτήτων κλάδων συνολικού μήκους 350,0 μ., πλάτους 14,2 μ. καθενός και μεγίστου ύψους μεσοβάθρου 58,0 μ. Οι φορείς ανωδομής είναι συνεχείς, μονοκυβελικής κιβωτιοειδούς διατομής με μεταβλητό ύψος, μονολιθική σύνδεση στα μεσόβαθρα και κατασκευή με τη μέθοδο της προβολοδόμησης. Η Θεμελίωση έγινε σε φρέατα.

3.4.3 Γέφυρα Γ4

Είναι μία γέφυρα μήκους 290 μέτρα με την μέθοδο της προβολοδόμησης.



Εικόνα 17: Γέφυρα Γ4

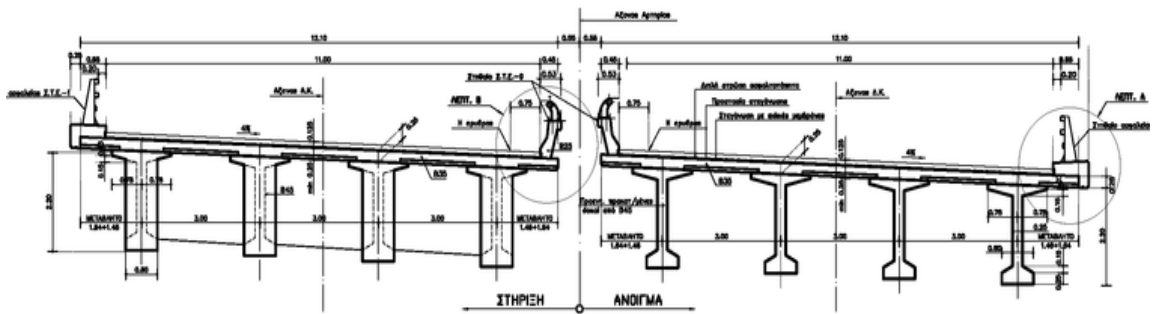
Εικόνα από: <https://www.domi-ae.gr/el/flexgallery/symbouloi0-kataskeyis/135.html>

3.4.4 Γέφυρα Γ6

Η γέφυρα Γ6 της Εγνατίας Οδού βρίσκεται στη Χ.Θ 14+400 του τμήματος ΓΡΕΒΕΝΑ–ΚΟΖΑΝΗ και εξυπηρετεί τη διάβαση της Ε.Ο. πάνω από τον ποταμό Αλιάκμονα. Το συνολικώς γεφυρούμενο μήκος είναι 280m και περιλαμβάνει επτά (7) ανοίγματα των 40,0m από προκατασκευασμένες δοκούς, ύψους 2,20m με πλάκα καταστρώματος 25cm. Τα μεσόβαθρα είναι μονόστυλα κιβωτοειδούς διατομής. Η θεμελίωση γίνεται με έγχυτους πασσάλους Φ100.



Εικόνα 18: Γέφυρα Γ6



Σχέδιο 12 : Γέφυρα Γ6

Εικόνα και σχέδιο από : Εικόνες από:kalliergos.com

4. ΓΕΦΥΡΑ ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ



Εικόνα 19: Γέφυρα π.Βενέτικου

4.1 Τοποθεσία

Η Γέφυρα του ποταμού Βενέτικου βρίσκεται στο τμήμα Παναγία – Γρεβενά με τα παρακάτω ειδικότερα χαρακτηριστικά

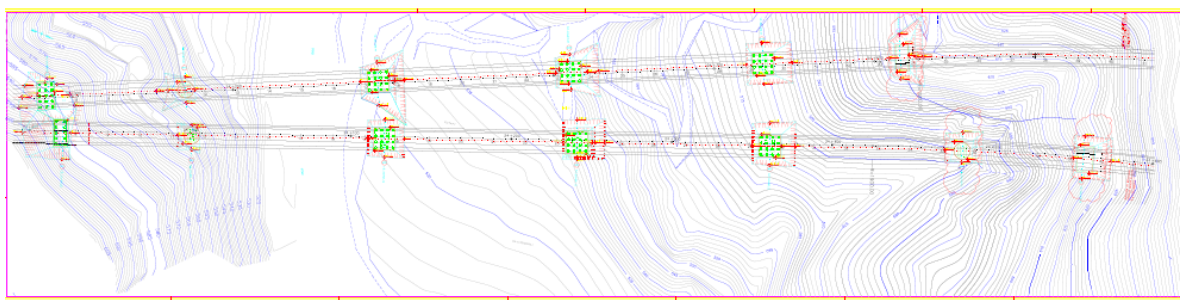
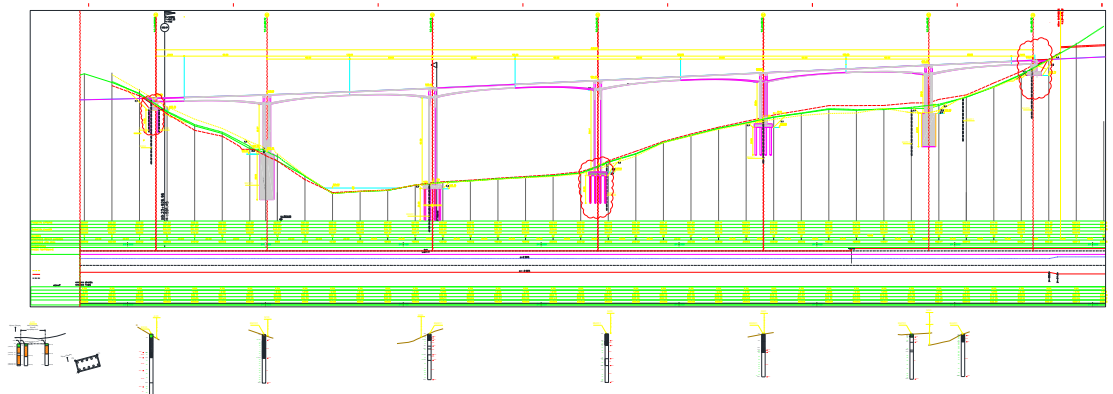
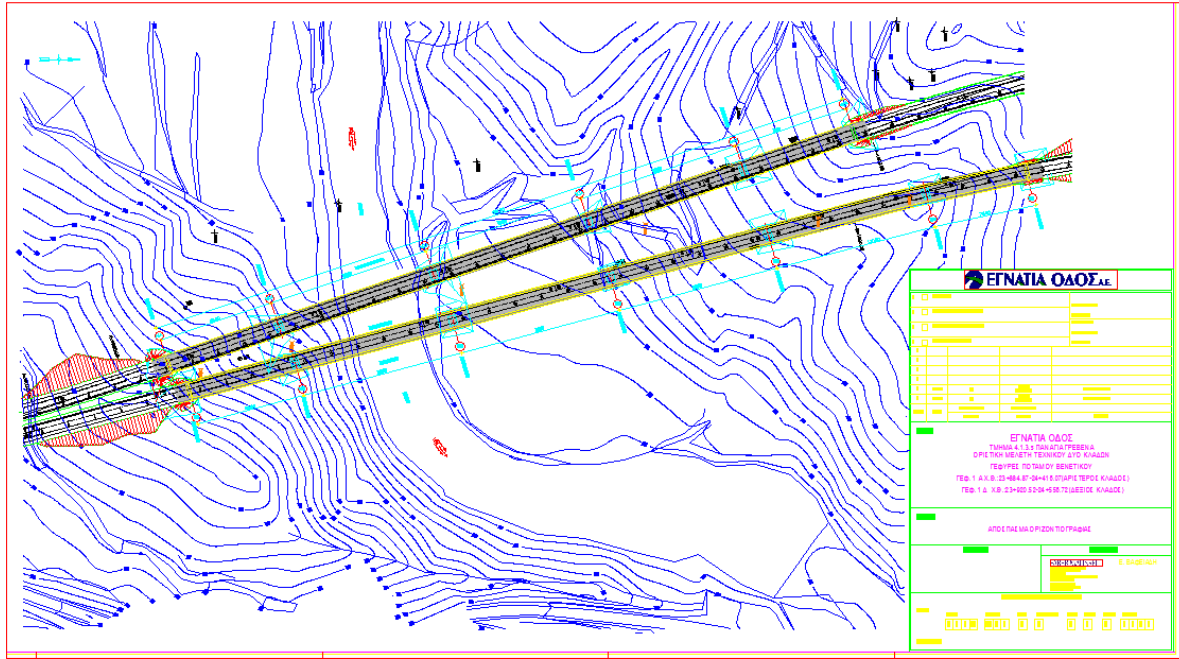
α) Τμήμα : 4.1.3.s

β) Η χιλιομετρική θέση αρχής και τέλους των δύο κλάδων είναι :

Αριστερός Κλάδος : 23+884-24+416 Δεξιός Κλάδος : 23+920-24+556



Εικόνα 20: Γέφυρα π.Βενέτικου

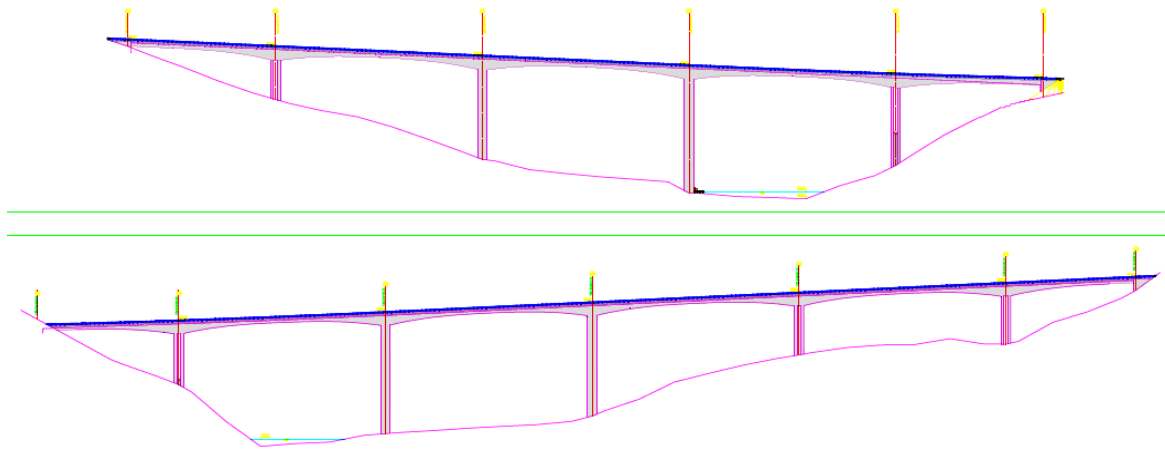


Σχέδιο 13: Κάτοψη και δεξιός κλάδος της γέφυρας π.Βενέτικου

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.2 Τύπος Γέφυρας

Η Γέφυρα αποτελείται από μονοκυψελωτή κιβωτοειδή διατομή από προεντεταμένο σκυρόδεμα που κατασκευάζεται με την μέθοδο της προβολοδόμησης και με μονολιθική σύνδεση σε όλα τα μεσόβαθρα. Επίσης, το ύψος της κιβωτοειδούς διατομής κυμαίνεται από 7 μέτρα στις θέσεις των μεσοβάθρων έως 2.80 μέτρα στο μέσον του ανοίγματος και στα ακρόβαθρα. Τα μεσόβαθρα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχουν διατομή είτε κοίλη ορθογωνική είτε διατομή αποτελούμενη από δίδυμες ορθογωνικές λεπίδες. Το ύψος των μεσόβαθρων κυμαίνεται από 25 έως 64 μέτρα πάνω από τη στάθμη του εδάφους. Ο τύπος των μεσόβαθρων και το πάχος των διατομών που επιλέγονται κάθε φορά έχουν σκοπό τα μεσοβαθρά τελικά να εμφανίζουν συμβατές μεταξύ τους ακαμψίες ώστε να επιτυγχάνετε η βέλτιστη δυναμική συμπεριφορά κάτω από σεισμικά φορτία. Τα ακρόβαθρα είναι συμβατικού τύπου από οπλισμένο σκυρόδεμα με τοίχους αντιστήριξης σε πρόβολο. Τα βάθρα θεμελιώνονται είτε επί πασσάλων είτε επί φρεάτων πάκτωσης, με χρήση οπλισμένου σκυροδέματος. (Πηγή: Εγνατία Οδός).



Σχέδιο 14: Τομή γέφυρας π.Βενέτικου

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.3 Διάταξη ανοιγμάτων και γεωμετρικά στοιχεία

Η όλη κατασκευή χωροθετείται στο νότιο τμήμα της κοιλάδας που γεφυρώνει και αποτελείται από δύο ανεξάρτητες κοιλαδογέφυρες, μία ανά κλάδο. Οι δύο αυτές κοιλαδογέφυρες (αριστερός και δεξιός κλάδος) έχουν διαφορετικά μήκη, κι αυτό οφείλεται στην απόκλιση της χάραξης μεταξύ τους και στην ισχύουσα τοπογραφική διαμόρφωση της περιοχής. Η παρουσία του Βενέτικου ποταμού οδηγεί σε ανοίγματα που φτάνουν έως τα 120 μέτρα, επιτρέποντας όμως την βελτιστοποίηση του αριθμού των μεσόβαθρων. Το βόρειο ακραίο άνοιγμα του δεξιού κλάδου επηρεάζεται από την γειτονία της γέφυρας με το έργο εισόδου της σήραγγας. Η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των δύο έργων ορίστηκε από την Εγνατία Οδό Α.Ε σε 20 μέτρα και αυτό ελήφθη υπόψη στην μελέτη κατασκευής της γέφυρας. Η διάταξη των ανοιγμάτων της αριστερής και της δεξιάς κοιλαδογέφυρας δίδεται στον πίνακα 1 που ακολουθεί. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

Πίνακας 1 Διάταξη ανοιγμάτων							
	Ακραίο άνοιγμα	Άνοιγμα 1	Άνοιγμα 2	Άνοιγμα 3	Άνοιγμα 4	Ακραίο άνοιγμα	Σύνολο (Μ)
Αριστερός κλάδος	85.6	120	120	120	-	85.6	531.2
Δεξιός κλάδος	80.6	120	120	120	120	76.2	636.2

Πίνακας 5: Διάταξη ανοιγμάτων

Πηγή: Εγνατία Οδός

Το μέγιστο μήκος προβόλου του καταστρώματος είναι 60 μέτρα. Το μήκος των λοιπών ακραίων ανοιγμάτων κυμαίνεται από 17 έως 27 μέτρα. Τα τμήματα αυτά κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια κριωμάτων εξασφαλίζοντας την στατική συνέχεια μέσω προέντασης. Το ύψος των κριωμάτων κρατήθηκε χαμηλότερο από 15 μέτρα πάνω από την επιφάνεια του εδάφους για να περιοριστούν οι κατασκευαστικές δυσκολίες. Η οριζόντια χάραξη του δρόμου στο βόρειο άκρο του δεξιού κλάδου καμπυλώνεται και έχει ακτίνα 1900 μέτρων. Αυτή η καμπυλότητα αντιμετωπίζεται με μεταβολή του πλάτους των τμημάτων του καταστρώματος. Η εγκάρσια κλίση της πλάκας καταστρώματος και της κιβωτοειδούς διατομής ακολουθεί την εγκάρσια επίκλιση της χάραξης. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

4.4 Στηρίξεις καταστρώματος και εφέδρανα

Το κατάστρωμα συνδέεται μονολιθικά με όλα τα μεσόβαθρα προκειμένου να γίνει πιο εύκολη η κατασκευή της ανωδομής με την τεχνική της προβολοδόμησης.

Η μονολιθική σύνδεση που επιτυγχάνεται μεταξύ φορέα ανωδομής και μεσοβάθρων αποτελεί πλεονέκτημα τόσο για την φάση κατασκευής όσο και για την φάση συντήρησης της κατασκευής μια και δεν γίνεται χρήση μονίμων εφεδράνων στις θέσεις των βάθρων. Στα ακρόβαθρα επιτρέπεται η διαμήκης μετακίνηση του καταστρώματος έτσι ώστε να μειώνονται οι επιπτώσεις του σεισμού. Οι συνεπαγόμενες μετακινήσεις δεν μπορούν να σχεδιαστούν κατά τρόπο κανονικό χρησιμοποιώντας ελαστομερή εφέδρανα. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται εφέδρανα τύπου pot με ελευθερία μετακίνησης και στην εγκάρσια και στην διαμήκη διεύθυνση. Εγκάρσια μετακίνηση του καταστρώματος δεν επιτρέπεται στα ακρόβαθρα. Ακόμη, ελαστομερείς προσκρουστήρες (buffers) που τοποθετούνται κατακόρυφα μεταξύ της κιβωτοειδούς διατομής και της υποδομής ανθίστανται στις δυνάμεις που γεννιούνται από την σεισμική καταπόνηση. Η προτεινόμενη διάταξη πλεονεκτεί από οικονομοτεχνική άποψη της λύσης ενός κεντρικού διατμητικού συνδέσμου (shear key) μια και η μείωση της στρεπτικής ακαμψίας της διατομής που επιτυγχάνεται με την αποφυγή χρήσης του συνδέσμου οδηγεί σε λιγότερους οπλισμούς στο διάφραγμα. Η ένταση στα διαφράγματα ανακουφίζεται από την μεταφορά των οριζοντίων δυνάμεων ως θλιπτικές αξονικές δυνάμεις στους προσκρουστήρες

Η προτεινόμενη διάταξη εξασφαλίζει την αποφυγή ανασηκώματος των εφεδράνων. Οι διαμορφωμένοι χώροι στα ακρόβαθρα διευκολύνουν την επιθεώρηση την συντήρηση και την αντικατάσταση των εφεδράνων, προσκρουστήρων και αρμών μετακίνησης. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

4.5 Θεμελίωση

Οι εδαφικές συνθήκες δεν επιτρέπουν επιφανειακή θεμελίωση των βάθρων τη γέφυρας. Επομένως οι τύποι θεμελίωσης που προτείνονται στην μελέτη είναι:

- θεμελίωση με φρεατοπασσάλους και κεφαλοδέσμους,
- θεμελίωση με φρέατα μεγάλης διαμέτρου με έμπηξη στην υγιή βραχώμαζα.

Η επιλογή του τύπου της θεμελίωσης ανά βάθρο γίνεται με βάση το πάχος της άνω εδαφικής στρώσης, την κλίση της επιφανείας του εδάφους, το βαθμό επανεπίχωσης, τον ελεύθερο χώρο στη θέση του βάθρου, η δυνατότητα πρόσβασης του εξοπλισμού διάτρησης των πασσάλων, κλπ.

Η λύση που τελικά προκρίθηκε για την θεμελίωση απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα.

	ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ		ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ	
	ΠΑΣΣΑΛΟΙ	ΦΡΕΑΡ	ΠΑΣΣΑΛΟΙ	ΦΡΕΑΡ
A1	20m		16m	
M1		33m		33m
M2	25m		25m	
M3	20m		20m	
M4	20m		20m	
M5				24m

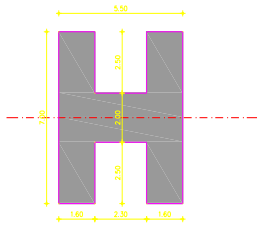
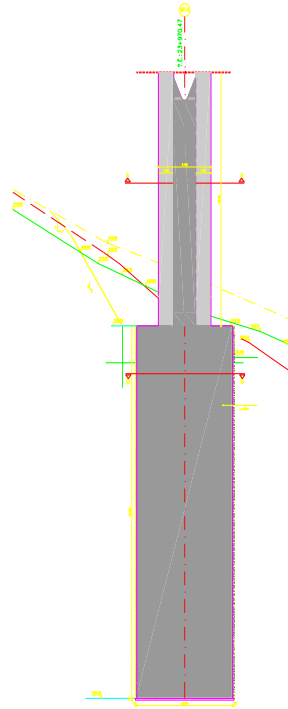
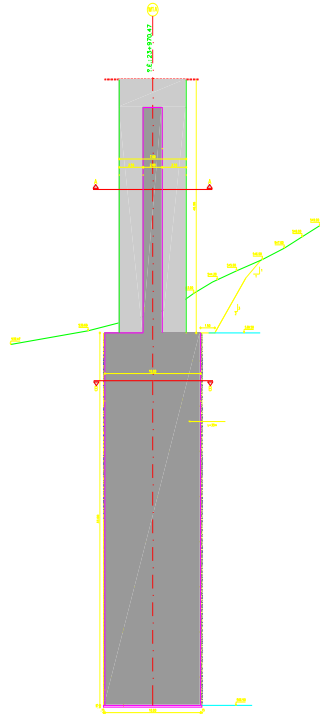
Πίνακας 1B. Μήκος στοιχείων βαθιάς θεμελίωσης βάθρων

Πίνακας 6: Μήκος στοιχείων βαθιάς θεμελίωσης βάθρων

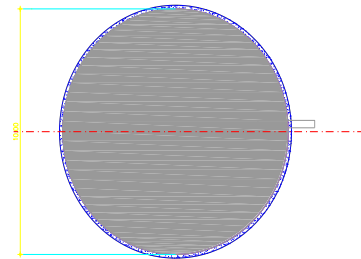
Πηγή: Εγνατία Οδός

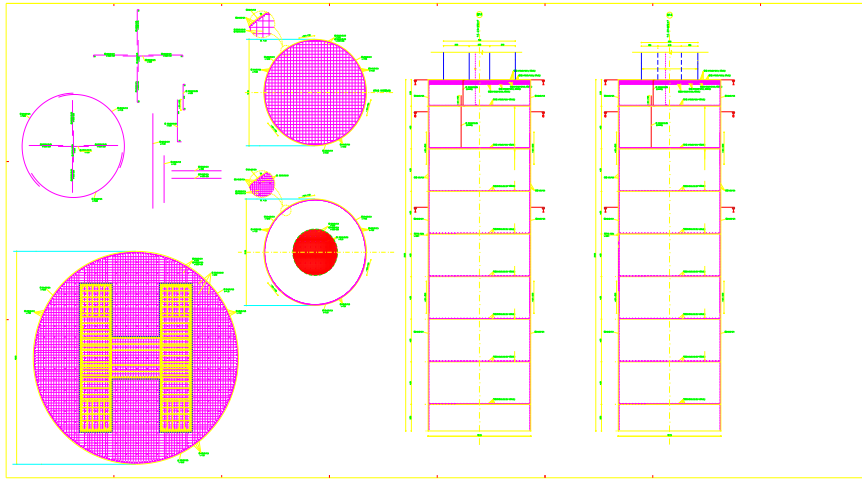
Στην συνέχεια, προβάλλονται ενδεικτικά μερικές θεμελιώσεις βάθρων:

- Βάθρο M1A



X	Y
275360.1277	4428482.6455

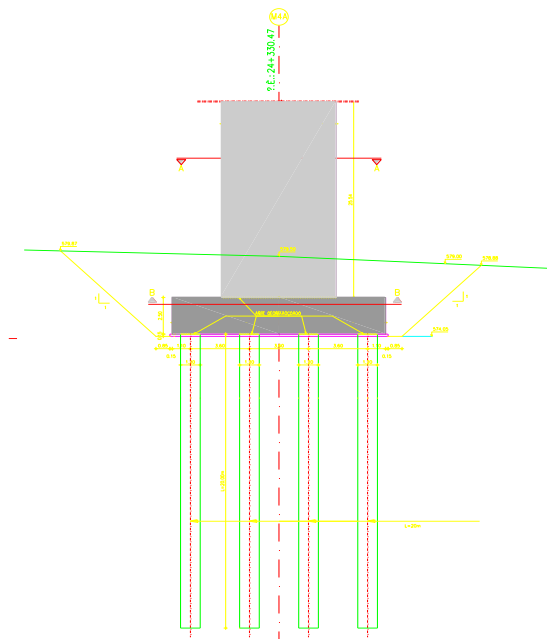


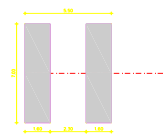
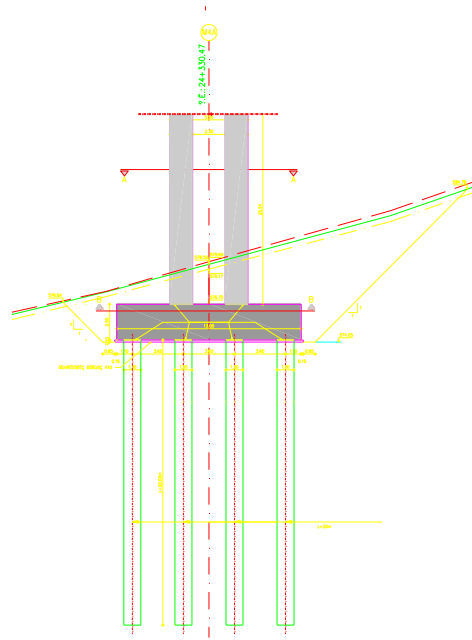


Σχέδιο 15: Θεμελίωση στο βάθρο M1A

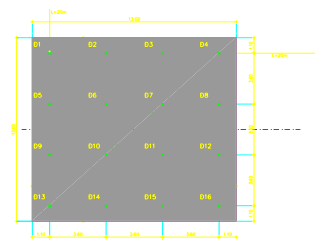
Πηγή: Εγνατία Οδός

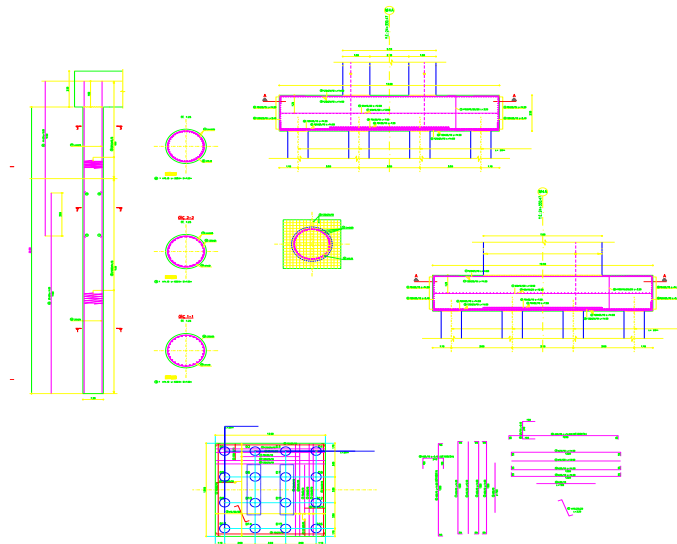
- Βάθρο M4A





A/A	X	Y
D1	275241.5318	4428816.8890
D2	275240.3788	4428820.2797
D3	275239.2272	4428823.6904
D4	275238.0756	4428827.1012
D5	275243.9425	4428818.0211
D6	275243.7904	4428824.4318
D7	275242.6384	4428824.8424
D8	275241.4863	4428825.2531
D9	275246.3032	4428803.1732
D10	275247.2011	4428825.5839
D11	275246.0490	4428825.9945
D12	275244.8970	4428825.4052
D13	275251.7039	4428805.3253
D14	275250.6118	4428823.7359
D15	275248.4597	4428827.1466
D16	275248.3076	4428820.5573





Σχέδιο 16: Θεμελίωση στο βάθρο M4A

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.6 Μέθοδος Κατασκευής

Η τεχνική προβολοδόμησης είναι η συμμετρική προένταση με ασύμμετρους προβόλους. Δεν υπάρχει περιορισμός στην σύγχρονη σκυροδέτηση δύο τμημάτων του καταστρώματος που βρίσκονται στα αντίθετα άκρα. Στην μελέτη που είχε γίνει από την αρμόδια εταιρεία λήφθηκαν υπόψιν η μη αντισταθμιζόμενη ροπή που προκύπτει από το βάρος του σκυροδετημένου τμήματος, το βάρος του φορείου κατά μέγιστο 700 KN, η εκκεντρότητα του φορείου αλλά και η κρίσιμη θέση του κινητού φορτίου με μέγιστη τιμή 1.5 KN /m², θεωρώντας ότι όλα αυτά τα φορτία δρουν ταυτοχρόνως. Το μέγιστο μήκος τμήματος που χρησιμοποιήθηκε είναι 5.0 μέτρα με βάρος 160 τόνων.

Η προένταση εφαρμόστηκε από το ένα άκρο των τενόντων με εξαίρεση τους τένοντες μεγάλου μήκους της κάτω πλάκας στους οποίους η τάνυση γίνεται και από τα δύο άκρα μια και έτσι είναι πιο οικονομική λόγω της αποφυγής σημαντικών απωλειών από τριβές. Η μελέτη προέντασης προβλέπει ότι η προβολοδόμηση αρχίζει από το ένα άκρο της κοιλαδογέφυρας και προχωρεί προς το άλλο και όχι ότι αρχίζει από τα δύο άκρα και προχωρεί προς το μέσον της γέφυρας.

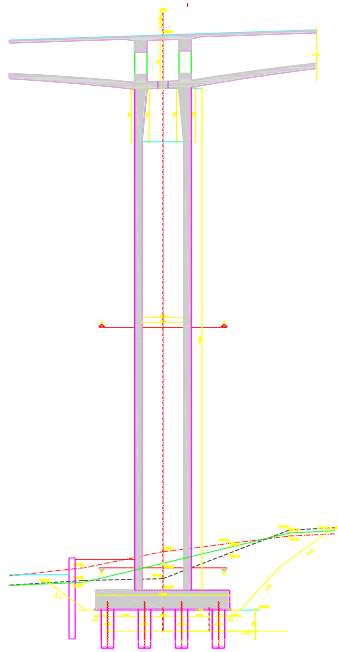
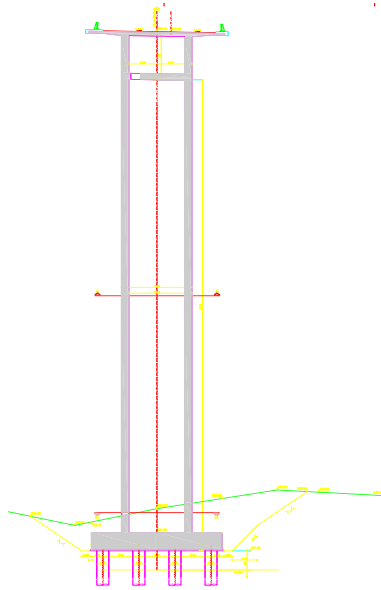
Η τεχνική της προβολοδόμησης που υιοθετήθηκε έχει ένα σχετικό σύντομο κύκλο σκυροδέτησης με αποτέλεσμα να κάνει την χρήση του ανθρώπινου δυναμικού πιο αποτελεσματική λόγω αδιάκοπου κύκλου ίδιων δραστηριοτήτων που εκτελούνται διαδοχικά μεταξύ των δύο αντιθέτων προβόλων. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

4.7 Κατασκευή των Μεσόβαθρων και της Κεφαλής των Βάθρων

Οι στύλοι των μεσόβαθρων θα κατασκευαστούν με ολισθαίνοντα μεταλότυπο. Η διαδικασία είναι οι εξής:

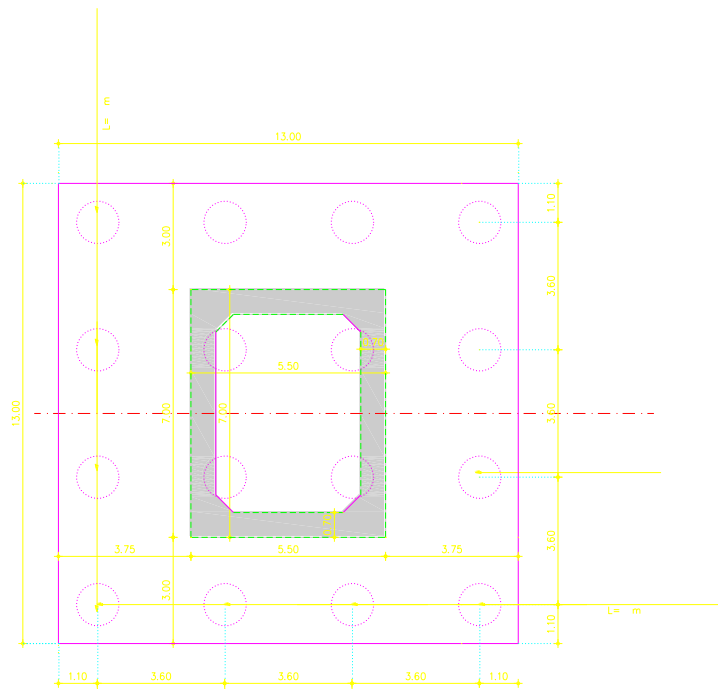
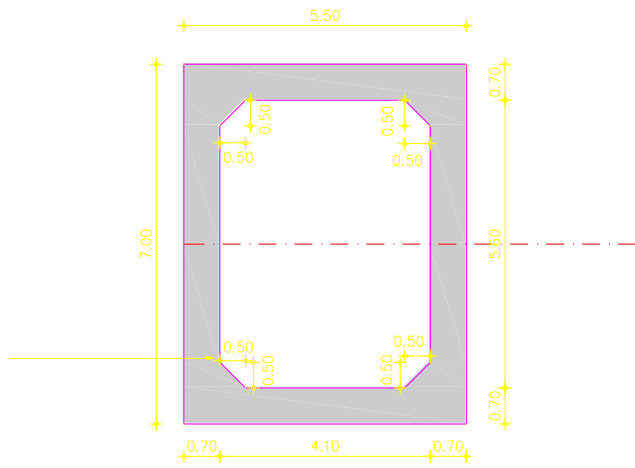
- Με την ολοκλήρωση του στύλου στο πλήρες ύψος του κατασκευάζεται η κεφαλή των βάθρων όπου θα τοποθετηθεί το φορείο της προβολοδόμησης.
- Το μήκος αυτού του τμήματος του καταστρώματος είναι 10 μέτρα, εκ των οποίων τα 2,25 μέτρα θα κατασκευαστούν ως πρόβολος. Εκτιμάται ότι το εν πρόβωλο αυτό τμήμα θα κατασκευασθεί σε δύο στάδια, αρχικά με την σκυροδέτηση του κάτω πέλματος και των κορμών και ακολούθως με την σκυροδέτηση του άνω πέλματος.
- Εφόσον, ολοκληρωθεί ο διαθέσιμος χώρος στην κορυφή του βάθρου θα επιτρέψει δύο φορεία προβολοδόμησης να τοποθετηθούν ένα για κάθε κατεύθυνση. (Πηγή Εγνατία Οδός).

Στα σχέδια απεικονίζεται το βάθρο M2A.



Σχέδιο 17: Βάθρο M2A

Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 18: Βάθρο Μ2Α

Πηγή: Εγνατία Οδός



Εικόνα 21: Κατασκευή της γέφυρας του Βενέτικου ποταμού με την μέθοδο της προβολοδόμησης

Πηγή: Εγνατία Οδός



Εικόνα 22: Βάθρα της γέφυρας π.Βενέτικου



Εικόνα 23: Η γέφυρα του π.Βενέτικου από κάτω

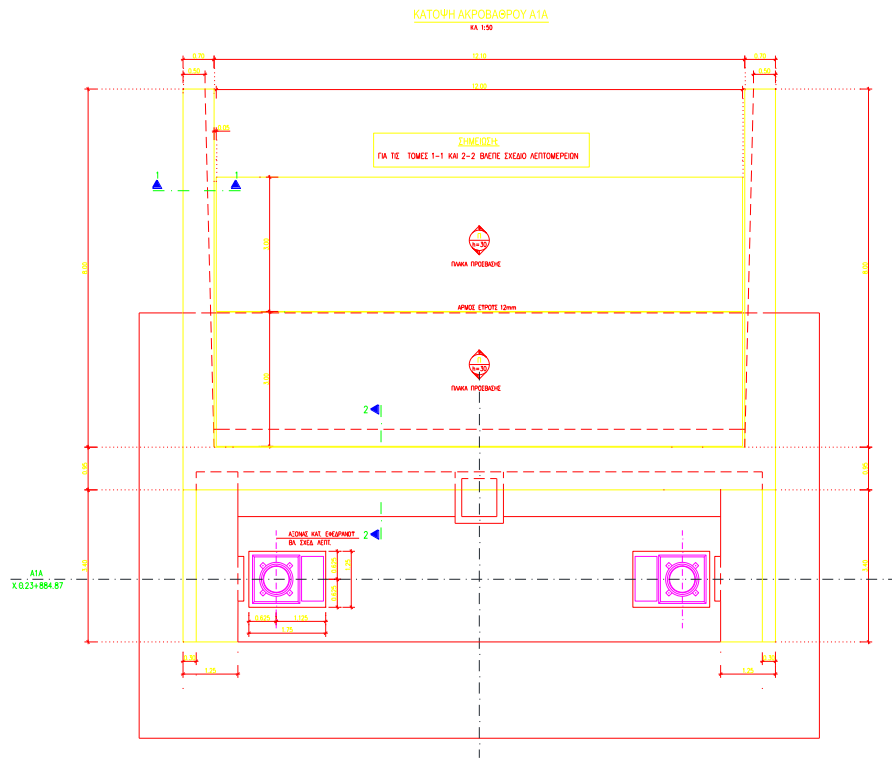
4.8 Κατασκευή των ακροβάθρων

Τα ακρόβαθρα κατασκευάστηκαν ως την στάθμη των εφεδράνων για να υπάρχει η πρόσβαση για την τάνυση των τενόντων, οι οποίοι αγκυρώθηκαν στο πέρας του καταστρώματος. (Πηγή: Εγνατία Οδός).



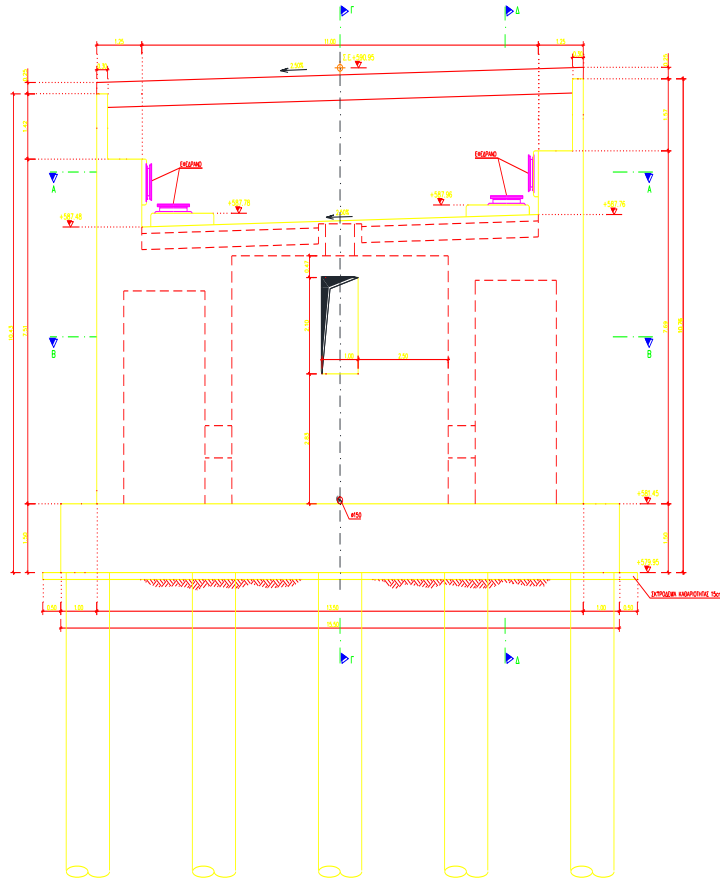
Εικόνα 24: Ακρόβαθρα της Γέφυρας π.Βενέτικου

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα σχέδια του ακροβάθρου Α1Α:



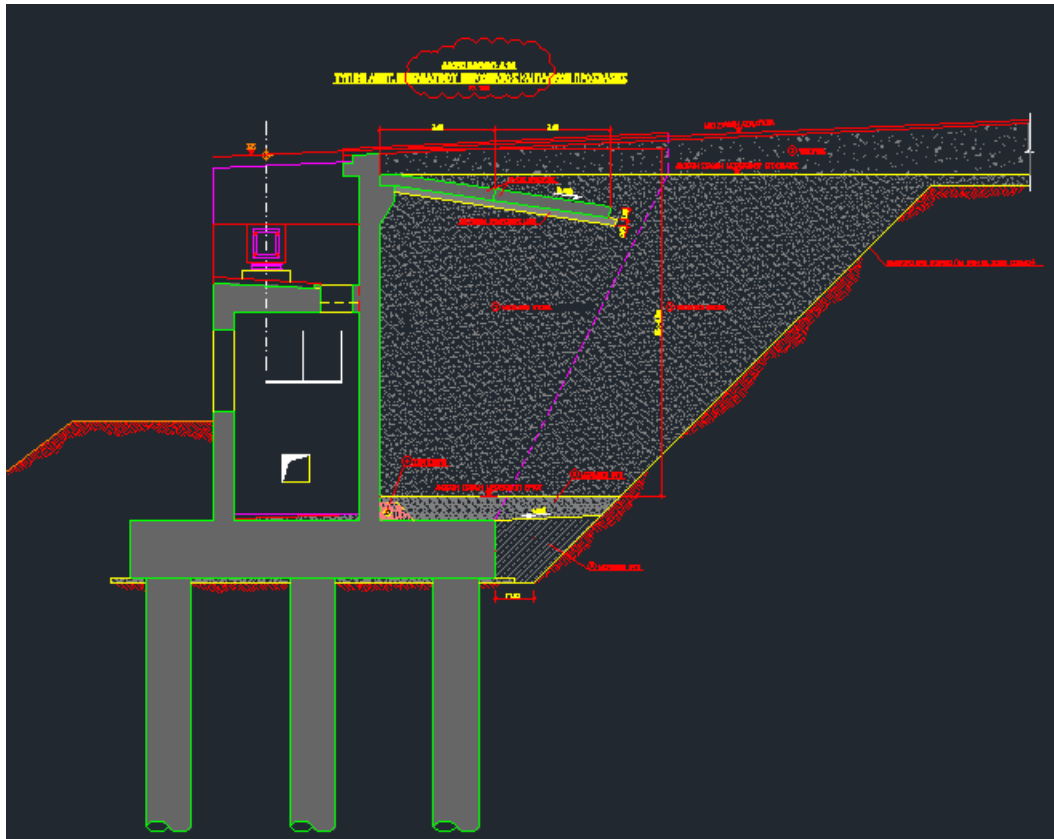
Σχέδιο 19: Κάτοψη ακροβάθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός



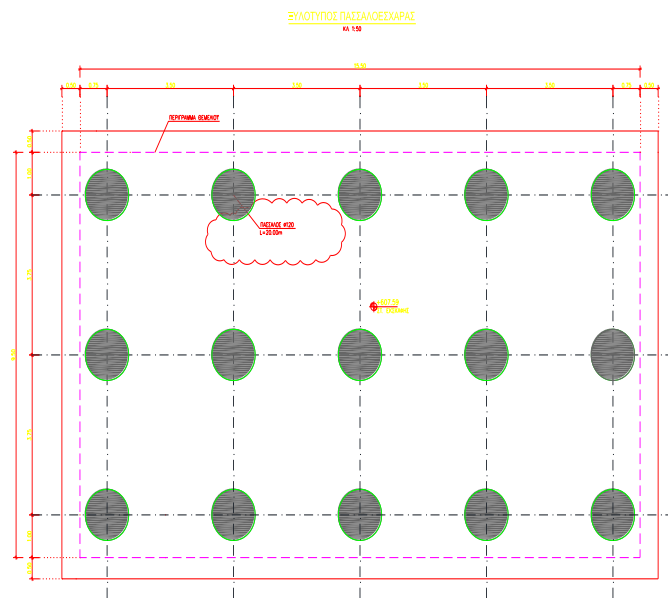
Σχέδιο 20: Όψη ακροβάθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 21: Τυπική λεπτομέρεια επιχώματος και πλακών πρόσβασης του ακροβάθρου Α1Α

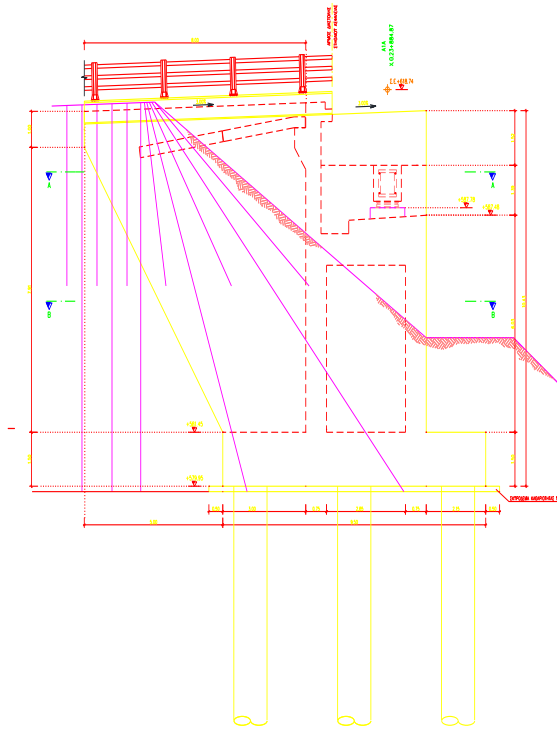
Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 22: Ευλότυπος Πασσαλοεσχάρας

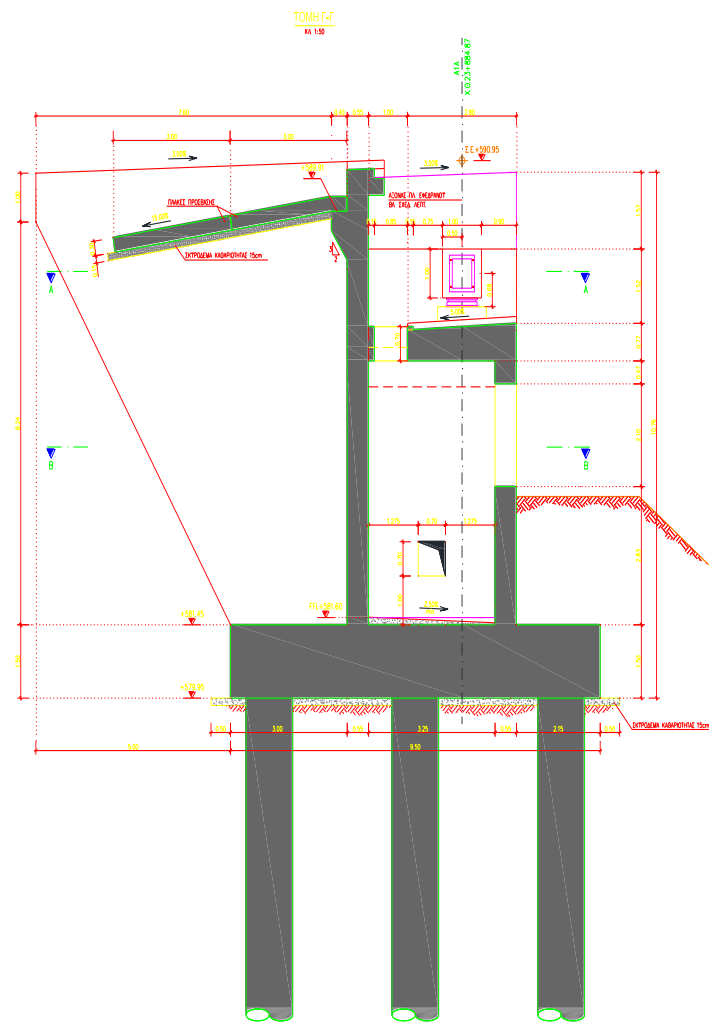
Πηγή: Εγνατία Οδός

ΟΨΗ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ Α1Α



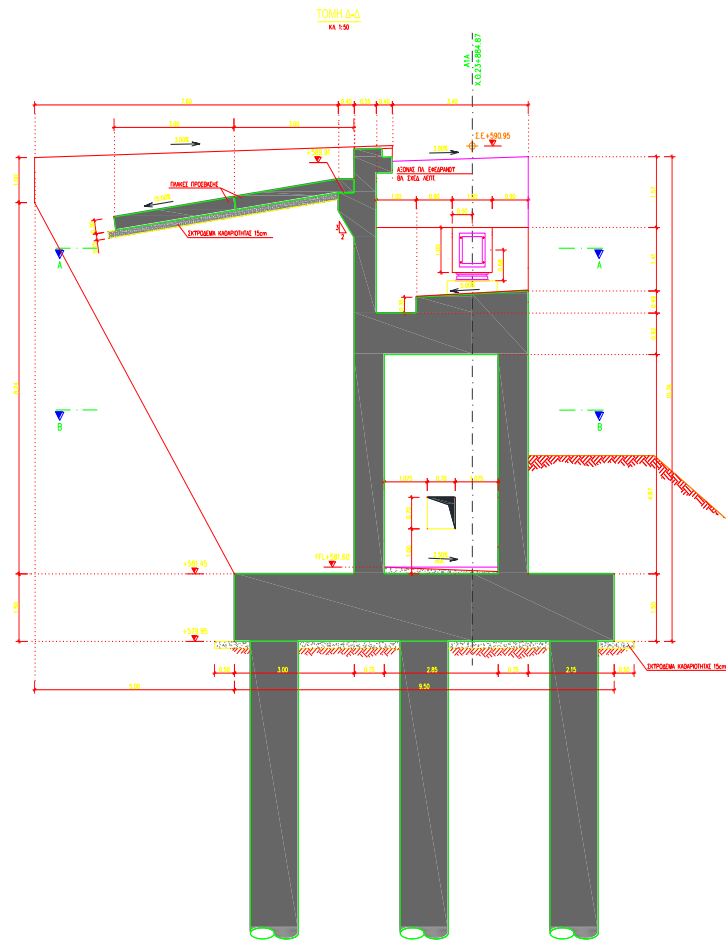
Σχέδιο 23: Όψη Αριστερής πλευράς Ακροβάθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 24 : Τομή Γ-Γ ακροβάθρου A1A

Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 25 : Τομή Α-Α ακροβάθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.9 Προβολοδόμηση



Εικόνα 25: Η μέθοδος της προβολοδόμησης στην γέφυρα του π.Βενέτικου

Πηγή: Εγνατία Οδός

Αφού ολοκληρωθεί η κεφαλή των βάθρων τα φορεία τοποθετούνται στις δύο πλευρές του βάθρου για την προβολοδόμηση κατά τμήματα. Ο κύκλος της κατασκευής εντός τμήματος είναι 7 ημέρες, έτσι ο κύκλος της τάνυσης είναι 3,5 ημέρες με εναλλαγή σε κάθε πλευρά. Οι κύριες δραστηριότητες είναι:

- Μετακίνηση του φορείου στην θέση του νέου προς κατασκευή στοιχείου.
- Τοποθέτηση οπλισμών στην κάτω πλευρά στον κορμό και στο πάνω μέρος του στοιχείου.
- Τοποθέτηση αγωγών και αγκυρώσεων για τους τένοντες.
- Αποτύπωση και εκτέλεση όλων των τελικών ρυθμίσεων που απαιτούνται προκειμένου να τηρηθεί η χάραξη του καταστρώματος.
- Επιτόπου σκυροδέτηση του στοιχείου.
- Λήψη μέτρων προφύλαξης του σκυροδέματος ώστε να διασφαλιστεί ότι επιτυγχάνεται η αντοχή 40Μpa.
- Απομάκρυνση του άκρου του μεταλότυπου και χαλάρωση του εσωτερικού μεταλότυπου του στοιχείου.
- Τοποθέτηση των τενόντων που αντιστοιχούν στο συγκεκριμένο στοιχείο.
- Ολοκλήρωση της τάνυσης των τενόντων των στοιχείων.

- Πλήρωση με ένεμα των αγωγών από τους οποίους διέρχονται οι τένοντες.
- Κατασκευή της ακραίας παρειάς του στοιχείου.

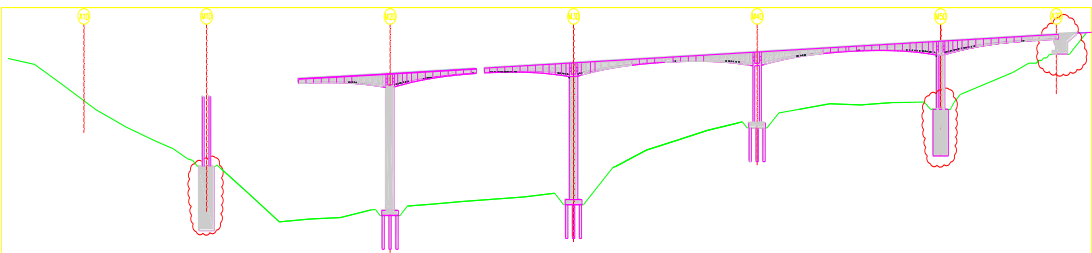
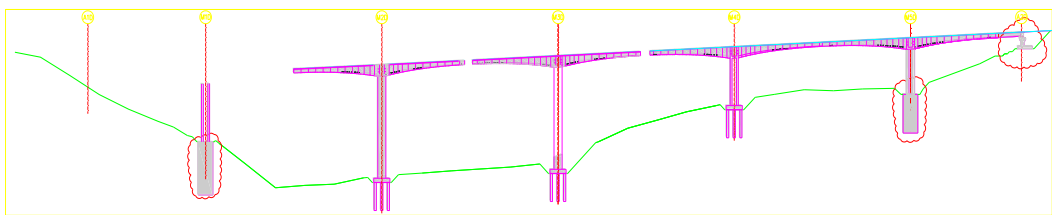
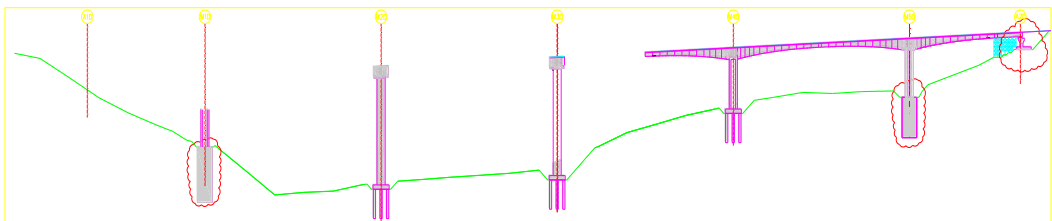
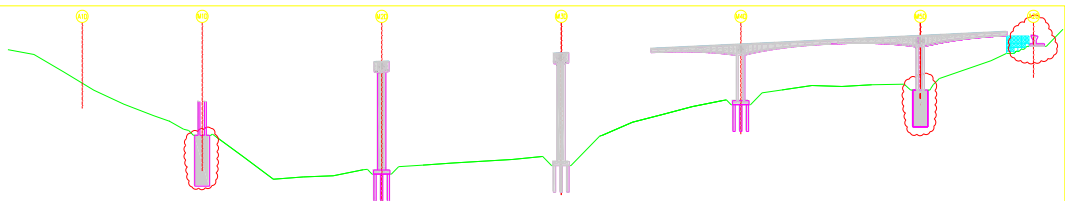
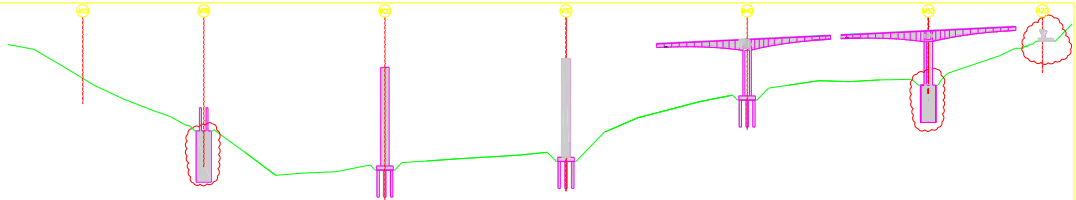
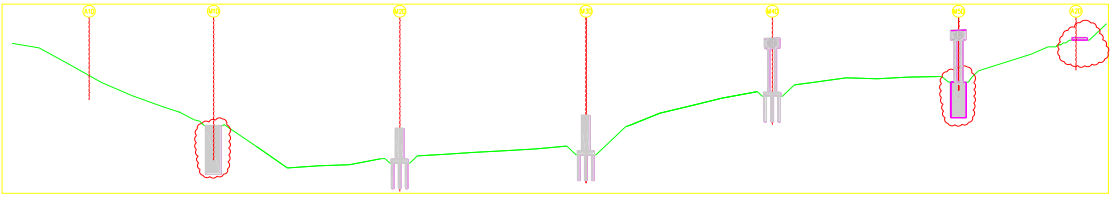
Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι την ολοκλήρωση των προβόλων.
Απαιτήθηκαν 20 ημέρες από την αποσυναρμολόγηση του φορείου στο τέλος των προβόλων ενός βάθρου μέχρι την έναρξη της προβολοδόμησης από την κεφαλή ενός άλλου βάθρου.
(Πηγή: Εγνατία Οδός).

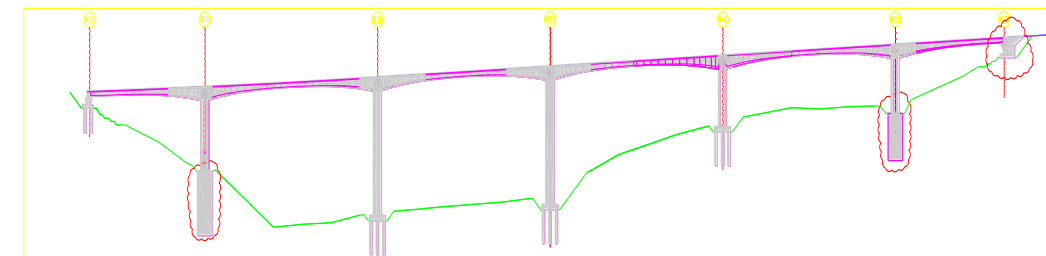
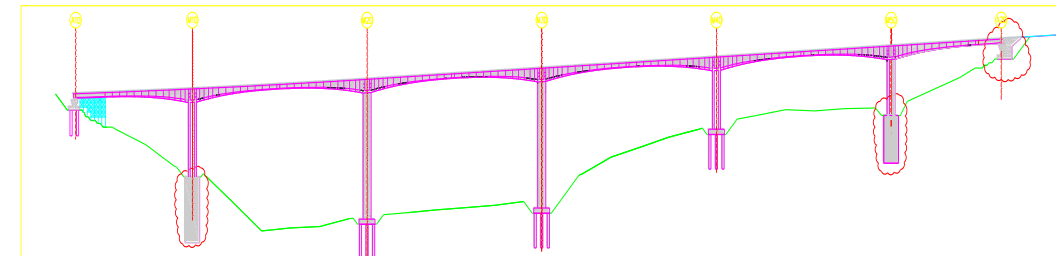
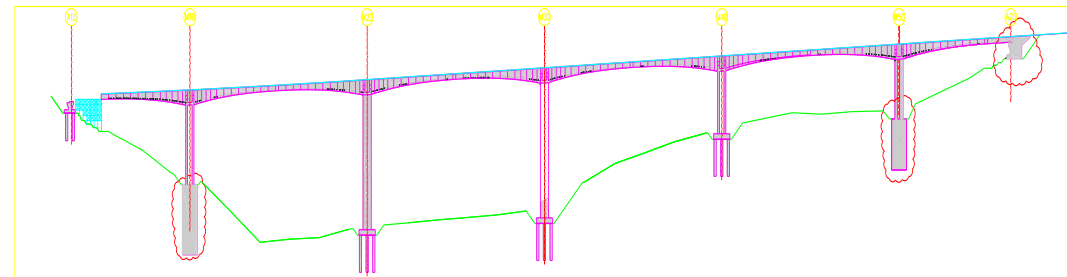
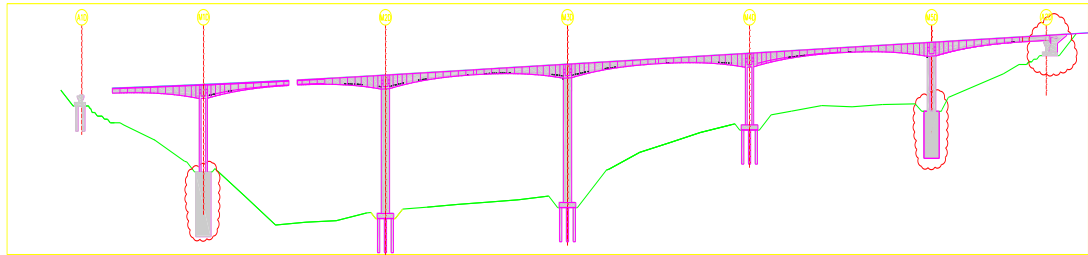
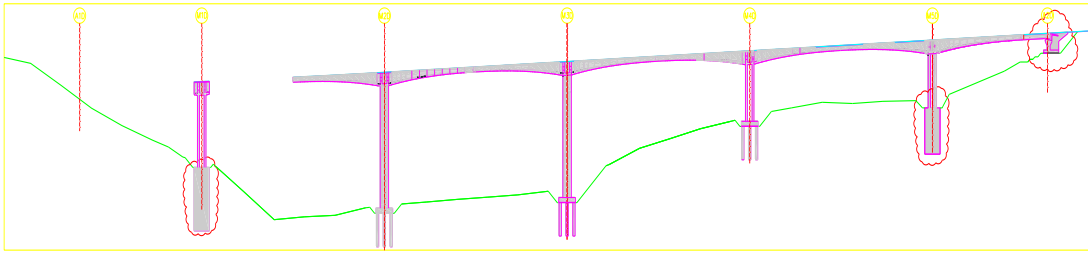


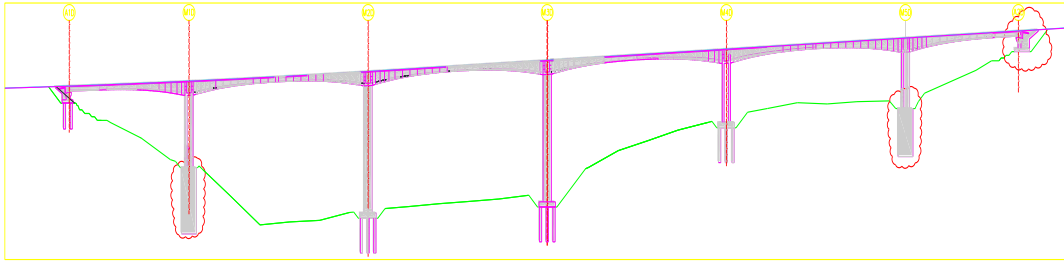
Εικόνα 26: Η γέφυρα του π.Βενέτικου υπό κατασκευή

Πηγή: Εγνατία Οδός

Παρακάτω απεικονίζεται η διαδικασία της προβολοδόμησης στον δεξιό κλάδο:







Σχέδιο 26 : Μέθοδος προβολοδόμησης στην γέφυρα π.Βενέτικου

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.10 Ολοκλήρωση των αρμών των προβόλων και αποκατάσταση της συνέχειας του καταστρώματος.

Η συμπλήρωση του κύκλου προβολοδόμησης του καταστρώματος αφήνει ένα κενό 2m στο μέσον όλων των ενδιάμεσων ανοιγμάτων και για να κλείσει το κενό αυτό το ένα φορείο απομακρύνεται ενώ το άλλο μετακινείται για να γεφυρώσει το κενό των 2m. Μετά την τοποθέτηση των οπλισμών και των αγωγών των τενόντων, απαιτείται να εξασφαλισθεί ότι δεν θα συμβεί σχετική μετακίνηση κατά μήκος τους αρμού κατά την σκυροδέτηση και την επακολουθούσα σκλήρυνση του σκυροδέματος λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών, ανεμοποίησης ή άλλων φορτίσεων που δρουν επί των προβόλων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια προσωρινής προέντασης δια μέσου του αρμού που ενώνει τους δύο γειτονικούς προβόλους μεταξύ τους.

Η συνέχεια των προβόλων του καταστρώματος γίνεται με τάνυση των τενόντων του κάτω τμήματος όταν το σκυρόδεμα συμπλήρωσης του αρμού αποκτά την ελάχιστη αντοχή των 40MPa. Οι τένοντες του κάτω πέλματος τανύονται ο ένας μετά τον άλλον αρχίζοντας με τους εσωτερικούς μικρότερου μήκους τένοντες, προκειμένου να αποτραπεί η ανάπτυξη δυνάμεων αντίστασης. Οι μεγαλύτερου μήκους τένοντες του κάτω τμήματος τανύονται και από τα δύο τους άκρα για να μειωθούν οι απώλειες προέντασης λόγω τριβής και χαλάρωσης. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

4.11 Κατασκευή καταστρώματος ακραίων ανοιγμάτων

Η προβολοδόμηση του καταστρώματος από τα βάθρα κατασκευάστηκε με συμβατικές μεθόδους δηλαδή με χρήση κρισωμάτων που θεμελιώνονται στην επιφάνεια του εδάφους. Για τις προσωρινές εργασίες πρέπει να ληφθούν υπόψη όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την ευθυγράμμιση και την χωροστάθμιση της κοιλαδογέφυρας.

Σύμφωνα και με το σχέδια φάσεων κατασκευής, (όπου αναφέρονται παραπάνω), η σύνδεση μεταξύ των δύο κάθε φορά ακραίων μεσοβάθρων (M1A-M2A, M1D-M2D, M3A-M4A, M4D-M5D) γίνεται πριν την σκυροδέτηση του ακραίου γειτονικού τμήματος που κατασκευάζεται με συμβατικές μεθόδους. Ακόμη, το βάρος του φορείου εξασφαλίζει ότι το ελεύθερο άκρο του προβόλου δεν χάνει την αρχική του θέση και επομένως στην συνέχεια συνδέεται σωστά με το συμβατικό τμήμα που κατασκευάζεται πάνω σε κριώματα. Αμέσως μετά την εξασφάλιση ότι το σκυρόδεμα έχει αναπτύξει την ελάχιστη αντοχή των

40MPa τανύονται όλοι οι τένοντες του κάτω τμήματος και ελευθερώνονται οι μεταλλότυποι.
(Πηγή: Εγνατία Οδός).



Εικόνα 27: Η γέφυρα του π.Βενέτικου υπό κατασκευή

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.12 Έδραση του καταστρώματος επί του ακροβάθρου

Η σκυροδέτηση του καταστρώματος έγινε αρχικά σε υψηλότερη μηκοτομικά θέση για να είναι δυνατός σε μεταγενέστερο στάδιο ο υποβιβασμός μέχρι το ακρόβαθρο αφού διασφαλιστεί η συνέχεια του καταστρώματος μέσα από την προένταση του κάτω πέλματος. Η διάταξη που αναφέρθηκε ελαχιστοποιεί τις απαιτήσεις προέντασης υπό συνθήκες λειτουργίας της γέφυρας και με αυτόν τον τρόπο η επιπλέον προένταση που υπάρχει στην πρώτη διατομή μετά το διάφραγμα, οφειλόμενη σε παρασιτικές επιδράσεις, χρησιμοποιείται για να μειωθεί η προένταση στο κάτω πέλμα της διατομής.

Επιπλέον, η ροπή που αναπτύσσεται στο βάθρο λόγω του υποβιβασμού του καταστρώματος επιφέρει πολύ μικρή αύξηση της έντασης ενώ παράλληλα η ευεργετική της επίδραση στο μέσον του ανοίγματος είναι σημαντική.

Τα εφέδρανα έχουν τοποθετηθεί μακριά από τον άξονα διατομής στα ακρόβαθρα για την ελάχιστη πιθανότητα ανασηκώματος του καταστρώματος στη θέση του ακροβάθρου από την επίδραση του σεισμού. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

4.13 Ολοκλήρωση των ακροβάθρων

Αφού είχε ολοκληρωθεί η τάνυση των τεनोंτων του κάτω πέλματος και η μεταφορά των δυνάμεων στα μόνιμα εφέδρανα κατασκευάστηκαν τα εναπομένοντα μέρη του ακροβάθρου.



Εικόνα 28: Η γέφυρα του π.Βενέτικου υπό κατασκευή

Πηγή: Εγνατία Οδός

4.14 Τελειώματα καταστρώματος

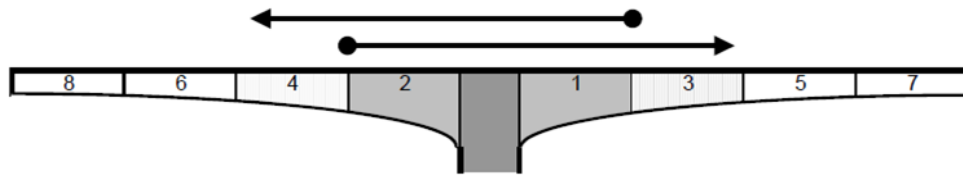
Με την αποκατάσταση της συνέχειας του καταστρώματος στο ένα άκρο της γέφυρας ξεκινούν οι εργασίες επιφανείας, η κατασκευή των στηθαίων και άλλες εργασίες τελειωμάτων.



Εικόνα 29: Εργασίες στο κατάστρωμα της γέφυρας του π.Βενέτικου

Πηγή: Εγνατία Οδός

Symmetrical prestressing with asymmetric cantilevering



Day 1		Levelling & Concreting			Stress & Move Traveller	
Day 2		Concrete hardening				Fix rebar
Day 3		Concrete hardening				Fix rebar Ducting & Tendons
Day 4		Stress & Move Traveller				Levelling & Concreting
Day 5	Fix rebar					Concrete hardening
Day 6	Fix rebar Ducting & Tendons					Concrete hardening
Day 7	Levelling & Concreting					Stress & Move Traveller
Day 8	Concrete hardening					Fix rebar
Day 9	Concrete hardening					Fix rebar Ducting & Tendons

Πίνακας 7: Χρονοδιάγραμμα κατασκευής προέντασης με ασύμμετρη προβολοδόμηση

5. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

5.1 Υλικά

5.1.1 Σκυρόδεμα

α) Αντοχή σκυροδέματος : Οι ποιότητες του σκυροδέματος και οι απαιτούμενες αντοχές για τα δομικά στοιχεία του φορέα της οδογέφυρας φαίνονται στον Πίνακα 8.

Οι ιδιότητες του σκυροδέματος καθορίστηκαν με βάση τα παρακάτω:

- Μέτρο Ελαστικότητας στις 28 μέρες , $E_{c,28}$ όπως δίνεται στον Πίνακα 2
- Λόγος του Poisson , $\nu = 0.20$
- Συντελεστής θερμικής διαστολής $\alpha_t = 1.0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Σημειώνεται ότι η αντοχή του σκυροδέματος με λήψεις δειγμάτων μορφής κύβου και το μέτρο ελαστικότητας ορίζονται με βάση τις προδιαγραφές των DIN.

Στοιχείο	Κατηγορία	β_{wN} [MPa]	β_R [MPa]	$E_{c,28}$ [MPa] x 10^3
Πάσσαλοι	B25	25	17.5	30
Κεφαλοδοκοί Πασσάλων	B35	35	23	34
Βάθρα	B35	35	23	34
Ακρόβαθρα	B35	35	23	34
Φορέας ανωδομής	B45	45	27	37
Έδραση εφεδράνου (rad)	B35	35	23	34
Έδραση στηθαίου Σ.Τ.Ε.-1	B35	35	23	34
Πλάκες πρόσβασης	B25	25	17.5	30
Προστασία στεγάνωσης	B15	15	10.5	26
Σκυρόδεμα πλήρωσης	B15	15	10.5	26
Σκυρόδεμα εξομάλυνσης	B10	10	7	22

Πίνακας 8: Ποιότητες και αντοχές σκυροδέματος

Πηγή: Εγνατία Οδός

Οι επιτρεπόμενες τάσεις συνόρου που αφορούν το προεντεταμένο σκυρόδεμα του φορέα της ανωδομής (B45), καθορίστηκαν σύμφωνα με το **DIN 4227:1995** δίνονται στον Πίνακα 9. Οι επιτρεπόμενες τάσεις γωνίας είναι μεγαλύτερες και ελέγχονται επίσης στον σχεδιασμό.

Στάδιο	Εφελκυστικές τάσεις συνόρου (MPa)	Αξονικές Εφελκυστικές τάσεις (MPa)	Θλιπτικές τάσεις (MPa)	
			Θλιβόμενη ζώνη	Προθλιβόμενη ζώνη εφελκυσμού
Μεταφορά/ Κατασκευή	1.25	0.55	16	18
Τάσεις λειτουργίας υπό κύρια φορτία	1.6	0.7	16	18
Τάσεις λειτουργίας υπό κύρια και πρόσθετα φορτία	2.0	0.8	16	18
Τάσεις λειτουργίας υπό μόνιμα και μισά κινητά	0	0	16	18

Πίνακας 9: Μέγιστες επιτρεπόμενες τάσεις σκυροδέματος

Πηγή: Εγνατία Οδός

β) Επιφανειακά τελειώματα : Τα επιφανειακά τελειώματα που απαιτούνται για τον φορέα της γέφυρας δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Στοιχείο	Επιφανειακά τελειώματα
Ακρόβαθρο, μη-ορατές κατακόρυφες επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ Α
Ακρόβαθρο, μη-ορατές οριζόντιες επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ ΠΑ
Ακρόβαθρο, ορατές οριζόντιες επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ ΠΒ
Ακρόβαθρο, ορατές κατακόρυφες επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ Γ
Βάθρα, μη-ορατές κατακόρυφες επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ Α
Βάθρα, μη-ορατές οριζόντιες επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ ΠΑ
Βάθρα, ορατές επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ Γ
Ανωδομή, μη-ορατές επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ ΠΒ
Ανωδομή, ορατές επιφάνειες	ΤΥΠΟΣ Γ

Πίνακας 10: Επιφανειακά τελειώματα σκυροδέματος

Πηγή: Εγνατία Οδός

5.1.2 Χαλαροί Οπλισμοί

Οι διαφορετικοί τύποι οπλισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι οι ακόλουθοι :

- Υ οπλισμός υψηλού όριου διαρροής, BSt 500 S
- Μ οπλισμός χαμηλού όριου διαρροής, S220
- W συγκολλησιμος οπλισμός υψηλού όριου διαρροής

Οι ιδιότητες των ράβδων χαλαρού οπλισμού που υιοθετήθηκαν στην μελέτη είναι οι ακόλουθες :

- Μέτρο Ελαστικότητας, $E_s = 210,000 \text{ N/mm}^2$
- Λόγος του Poisson, $\nu = 0.30$
- Ελάχιστο όριο διαρροής για οπλισμό υψηλού όριου διαρροής (Y and W), $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$

- Ελάχιστο όριο διαρροής για οπλισμό S220 (M), $f_y = 220 \text{ N/mm}^2$

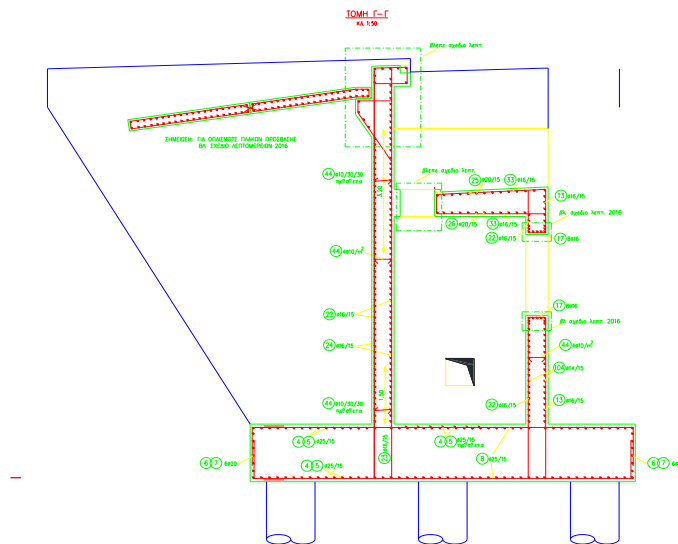
Η ελάχιστη επικάλυψη χαλαρών οπλισμών απεικονίζεται παρακάτω.

Πάσσαλοι και κάτω πλευρά κεφαλοδοκού πασσάλων	70mm
Θεμελίωση και κεφαλοδοκοί πασσάλων (εκτός κάτω πλευράς)	50mm
Βάθρα και πεζοδρόμια	40mm
Άνω οπλισμός πλακών καταστρώματος	40mm
Κάτω οπλισμός πλακών καταστρώματος	40mm
Εξωτερικός συνδετήρας κορμού κιβωτίου	40mm
Εσωτερικός συνδετήρας κορμού κιβωτίου	40mm
Άνω και κάτω οπλισμοί κάτω πέλματος κιβωτίου	40mm

Πίνακας 11: Ελάχιστη επικάλυψη χαλαρών οπλισμών

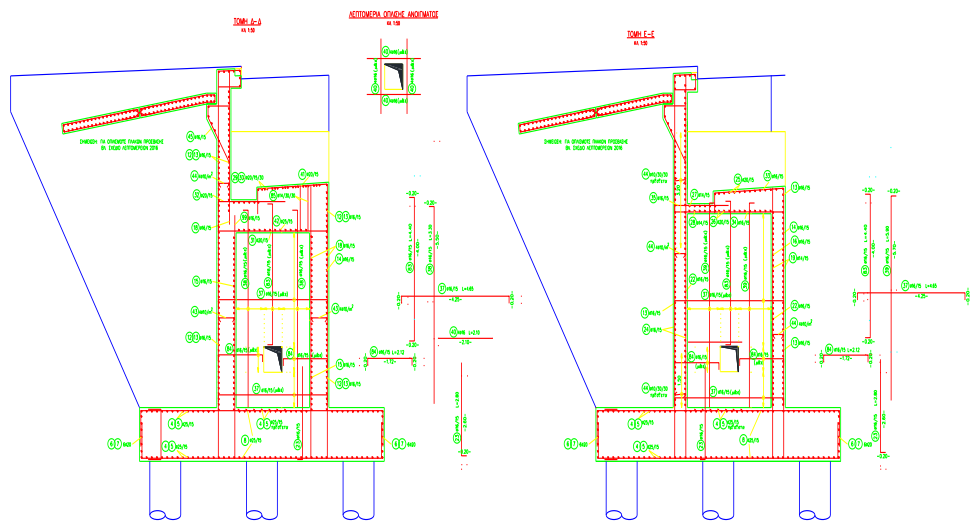
Πηγή: Εγνατία Οδός

Στα επόμενα σχέδια παρουσιάζονται ενδεικτικά οπλισμοί που τοποθετήθηκαν στο ακρόβαθρο Α1Α:



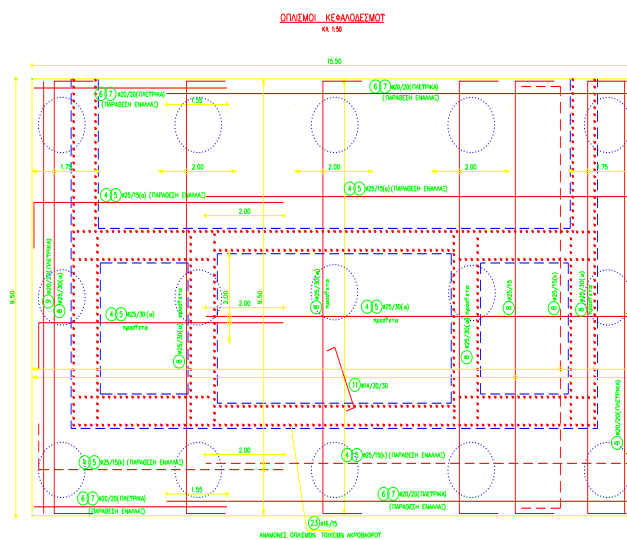
Σχέδιο 27 : Τομή Γ-Γ οπλισμού του ακροβάθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός



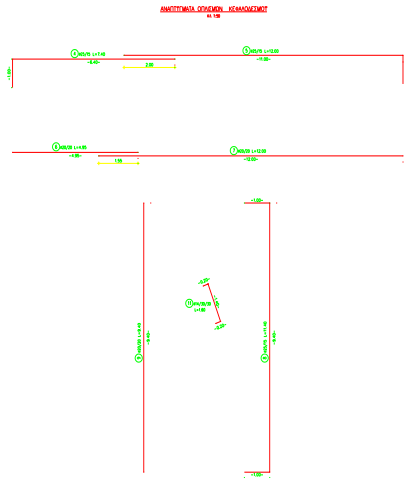
Σχέδιο 28 : Λεπτομέρεια όπλισης ανοίγματος A1A

Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 29 : Οπλισμοί κεφαλοδοκού A1A

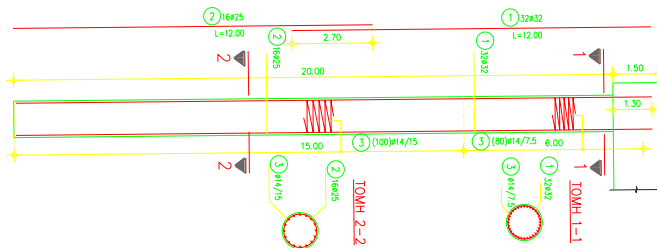
Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 30 : Ανοίγματα οπλισμών κεφαλόδεσμου

Πηγή: Εγνατία Οδός

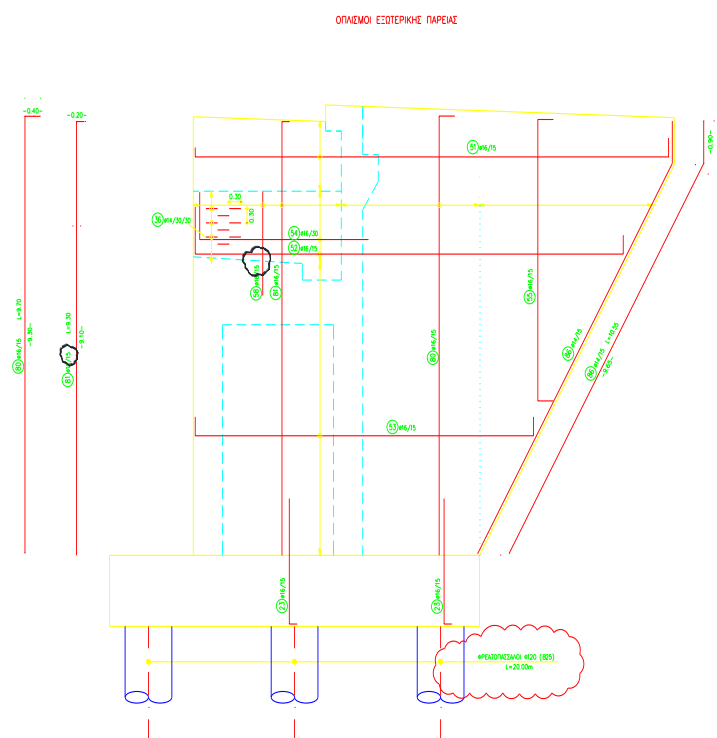
ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ
 ΤΜΗΜΑ 4.1.3.5 ΠΑΝΑΓΙΑ ΓΡΕΒΕΝΑ
 ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΧΝΙΚΟΤ ΔΤΟ ΚΛΑΔΩΝ
 ΓΕΦΥΡΕΣ ΠΟΤΑΜΟΥ ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ
 ΓΕΦ. 1 Α ΧΘ: 23+884.87-24+416.07(ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΚΛΑΔΟΣ)
 ΓΕΦ. 1 Δ ΧΘ: 23+920.52-24+556.72(ΔΕΞΙΟΣ ΚΛΑΔΟΣ)
 ΑΚΡΟΒΑΘΡΟ ΑΙΑ - ΠΑΣΣΑΛΟΙ ΜΗΚΟΥΣ L=20m
 ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΑΣΣΑΛΟΤ (D=1.20m)



Σχέδιο 31 : Οπλισμός πασσάλου Ακρόβαθρο ΑΙΑ

Πηγή: Εγνατία Οδός

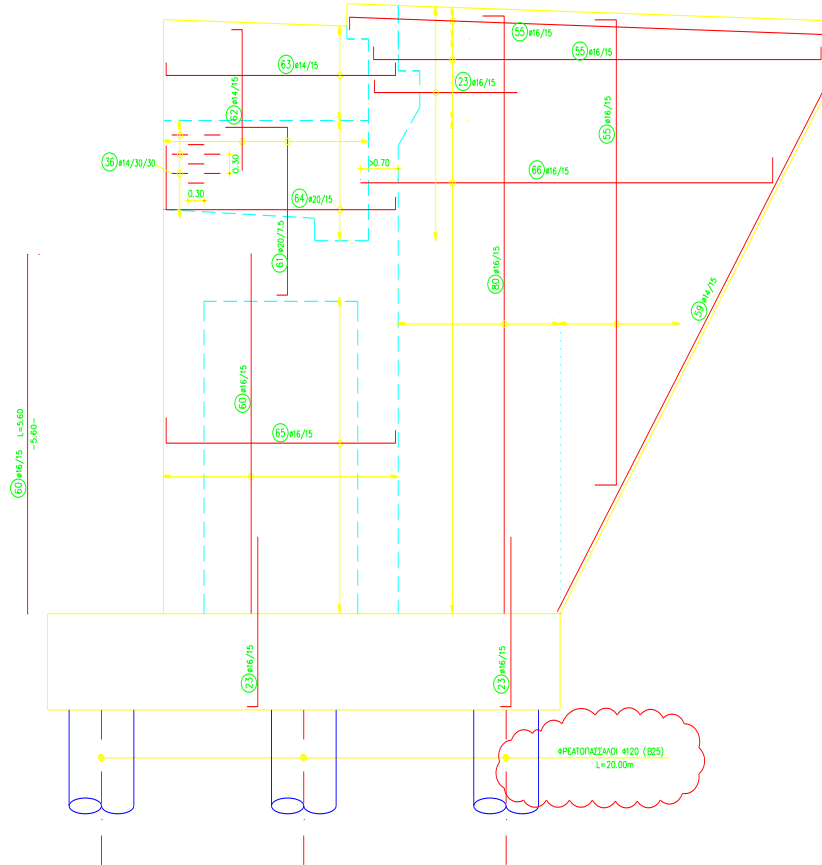
Δεξιά πλευρά ακροβάθρου Α1Α οπλισμοί:



Σχέδιο 34 : Οπλισμοί εξωτερικής παρειάς δεξιού ακροβάθρου Α1Α

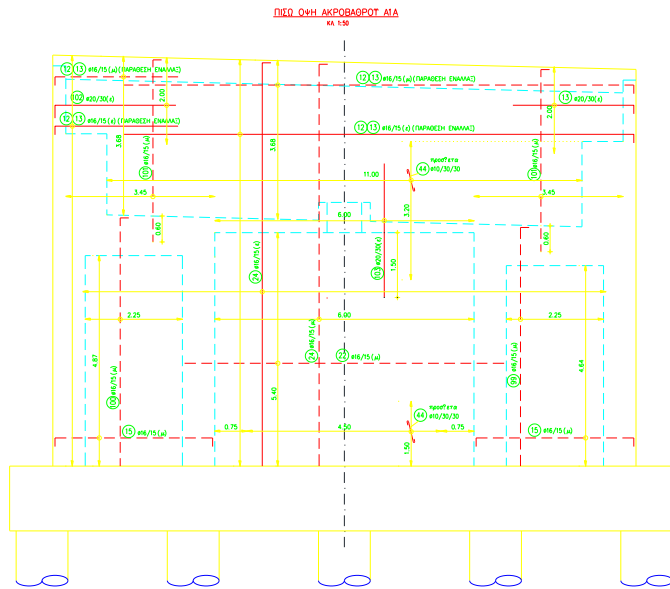
Πηγή: Εγνατία Οδός

ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΑΡΕΙΑΣ



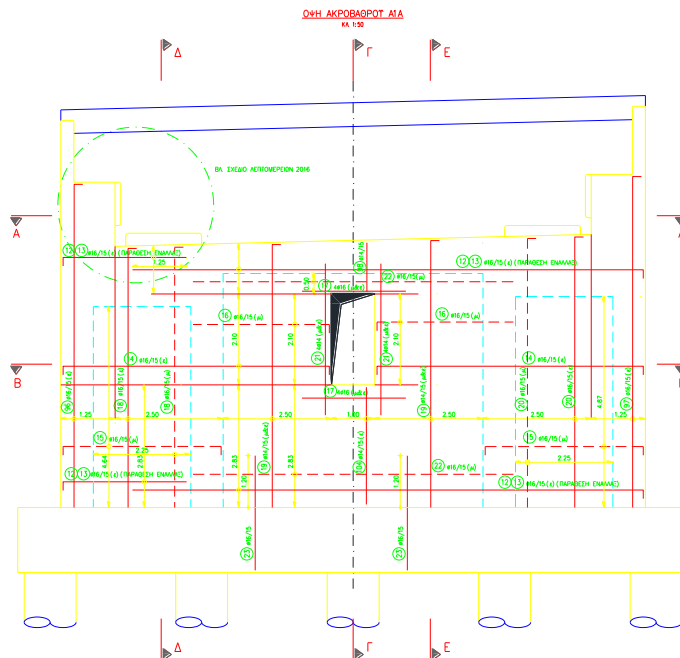
Σχέδιο 35 : Οπλισμοί εσωτερικής παρειάς δεξιού ακρόβαθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 36 : Πίσω όψη ακροβάθρου Α1Α

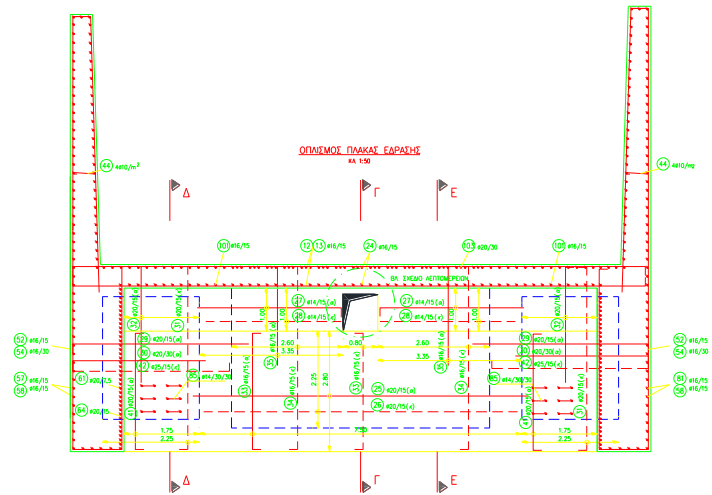
Πηγή: Εγνατία Οδός



Σχέδιο 37 : Όψη ακροβάθρου Α1Α

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΣΗΜΕΙΩΣΗ:
 ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΟΜΕΣ ΣΤΑΘΜΩΝ Α-Α ΚΑΙ Β-Β ΒΛΕΨΕ ΣΧΕΔΙΟ 20/1
 ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΟΜΕΣ ΟΥΔΕΜΩΝ Γ-Γ, Δ-Δ ΚΑΙ Ε-Ε ΒΛΕΨΕ ΣΧΕΔΙΟ 2/3



Σχέδιο 38 : Οπλισμός πλάκας έδρασης

Πηγή: Εγνατία Οδός

Σχέδιο 39 : Λεπτομέρειες όπλισης

Πηγή: Εγνατία Οδός

5.1.3 Καλώδια προέντασης

Η μελέτη της αρμόδιας εταιρείας βασίστηκε σε επτάκλινα καλώδια χαμηλής χαλάρωσης S1570/1770 σε συμφωνία με το **DIN 4227:1995**.

Διάμετρος ενός σύρματος	5.08 mm
Ονομαστική διάμετρος	15.24 mm
Ονομαστική μάζα	1.101 kg/m
Ονομαστική επιφάνεια	139.0 mm ²
Όριο διαρροής, β_s	1,570 N/mm ²
Όριο θράυσης, β_z	1,770 N/mm ²
Χαλάρωση για τάση μικρότερη του 0.55 β_z	0%
Μέτρο Ελαστικότητας, E_s	195,000 N/mm ²

Πίνακας 12: Λεπτομέρειες καλωδίων προέντασης

Οι απώλειες τάσεων στα καλώδια αναλύονται σύμφωνα με τις παραμέτρους προέντασης.

Παραμέτρος	τύπος	τένοντες
Συντελεστής τριβής (μ)	$T_0 = T_x e^{(\mu\alpha + \mu \beta L)}$ $T_0 = T_x e^{(\mu\alpha + k L)}$	0.20 rad ⁻¹
Συντελεστής Wobble k [1/m]	$T_0 = T_x e^{(\mu\alpha + k L)}$	0.0015
Wobble συντελεστής β (Note $K = \beta\mu$) [rad/m]	$T_0 = T_x e^{(\mu\alpha + \mu\beta L)}$	0.0075
Ολίσθηση κώνου		4 mm

Πίνακας 13: Παράμετροι προέντασης

Πηγή: Εγνατία Οδός

Οι επιτρεπόμενες τάσεις των καλωδίων προέντασης που υπολογίστηκαν σύμφωνα με το **DIN 4227:1995**.

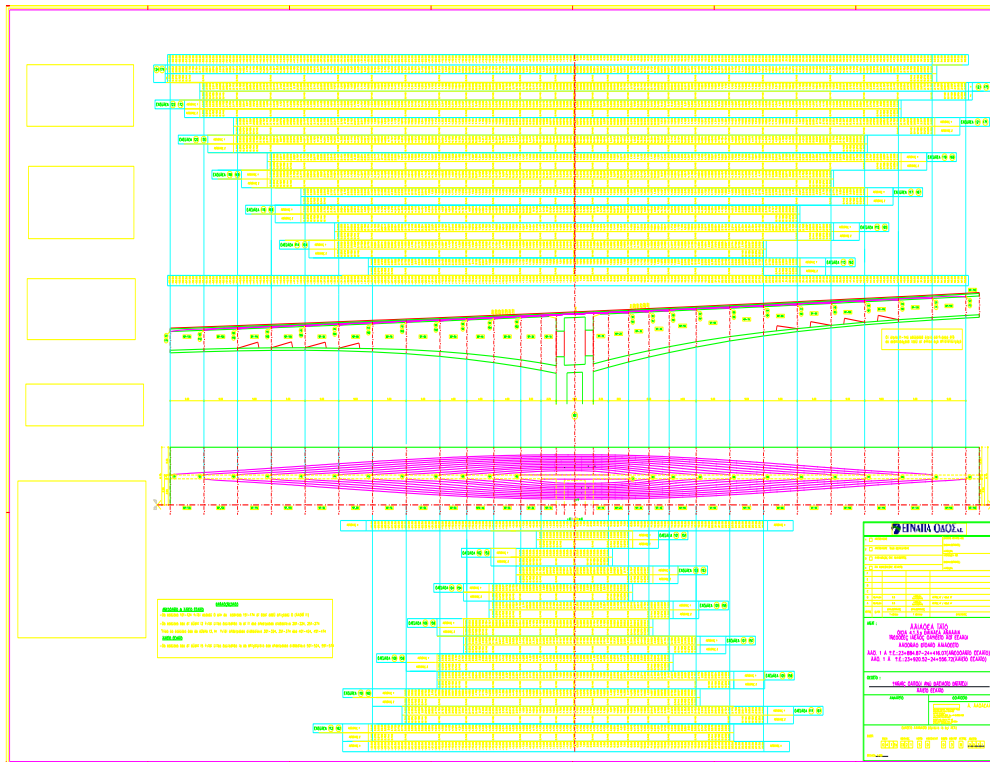
Παροδικά κατά την προένταση – η χαμηλότερη τιμή από 0.65βz & 0.80βs	1150.5 N/mm ²
Μετά την αγκύρωση – η χαμηλότερη τιμή από 0.55βz & 0.75βs	973.5 N/mm ²
Παραμένουσα από την υπερτάνυση 5% (μερικώς αντισταθμίζει τις απώλειες τριβής)	1022.18 N/mm ²

Πίνακας 14: Επιτρεπόμενες τάσεις καλωδίων προέντασης

Πηγή: Εγνατία Οδός

5.1.4 Προστασία καλωδίων προέντασης

Οι τένοντες τοποθετούνται μέσα σε λεπτά χαλύβδινα περιβλήματα σωλήνων. Συγκεκριμένα, τα σημεία στήριξης των τενόντων έχουν επιτρεπόμενη ανοχή $\pm 5\text{mm}$ για τον άξονα του σωλήνα. Επιπλέον, η διάμετρος των σωλήνων και η εκκεντρότητα των τενόντων μέσα στον σωλήνα λαμβάνεται σύμφωνα με το σύστημα προέντασης. Σημειώνεται ότι όλοι οι σωλήνες έχουν πληρωθεί με τσιμεντένεμα μετρά την τάνυση τους.



5.2 Φορτία

5.2.1 Γενικά

Τα φορτία σχεδιασμού υπολογίστηκαν σύμφωνα με το **DIN 1072:1985**. Τα σεισμικά φορτία που δεν καλύπτονται από το DIN, υπολογίστηκαν σύμφωνα με τον ΕΑΚ και την εγκύκλιο Ε39/99.

5.2.2 Κύρια φορτία

5.2.2.1 Νεκρά φορτία

Το ίδιο βάρος των υλικών υπολογίστηκε σύμφωνα με τις ακόλουθες πυκνότητες :

- Προεντεταμένο σκυρόδεμα : $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- σπλισμένο σκυρόδεμα : $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- άοπλο σκυρόδεμα : $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$
- επιστρώσεις : $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$

Σημειώνεται ότι ο φορέας σχεδιάστηκε για τις εκτός ισορροπίας δυνάμεις που δρουν ως αποτέλεσμα της ασύμμετρης προβολοδότησης των τμημάτων της ανωδομής. Η επίδραση της ασύμμετρης προβολοδότησης μειώνεται με την κατασκευή μισών τμημάτων και επιπλέον το βάρος των προβόλων θα αυξηθεί ονομαστικά έτσι ώστε να επιτρέψει δυναμικές δράσεις.

5.2.2.2 Πρόσθετα μόνιμα

Τα πρόσθετα μόνιμα φορτία:

Στοιχείο	γ [kN/m ³]	h [m]	b [m]	g [kN/m]
Επιστρώσεις	22	0.125	11.2	30.8
Πεζοδρόμια (2 αρ.)	25	-	-	28.5
Στηθαία (2 αρ.)	-	-	-	1.4
Σύνολο πρόσθ. μονίμων				60.7

Πίνακας 15: Πρόσθετα μόνιμα φορτία

Πηγή: Εγνατία Οδός

5.2.2.3 Φορτία κατασκευής

Το ίδιο βάρος του φορείου προβολοδότησης που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των τμημάτων των προβόλων της ανωδομής λήφθηκε 700kN και σε περιπτώσεις που το φορτίο του φορείου προβολοδότησης λειτουργεί ευεργετικά λαμβάνεται μόνο το 60% του βάρους του. Ακόμη, συμπεριλαμβάνεται εκκεντρότητα 1.25m στην θέση επιβολής του βάρους του φορείου προβολοδότησης που δίνει μια πρόσθετη ροπή $1.25 \times 700 = 875 \text{ kN}$ στο άκρο κάθε φορά του προβόλου. (Πηγή: Εγνατία Οδός)

5.2.2.4 Προένταση

Οι συνολικές δυνάμεις από την τάνυση των καλωδίων υπολογίστηκαν με την χρήση λογισμικού υπολογιστή (sofistik).

Η ανάλυση του ερπυσμού και της συρρίκνωσης γίνεται σύμφωνα με τις παραμέτρους που καθορίζονται στο **DIN 4227:1995**:

- Σχετική υγρασία 70%
 - Συντελεστής Ερπυσμού $f_0=2.0$
 - Βασική τιμή Συρρίκνωσης $\epsilon_{so} = 32 * 10^{-5}$
 - Συντελεστής υγρασίας $K_{ef} = 1.50$
- (Πηγή: Εγνατία Οδός)

5.2.2.5 Επιβαλλόμενα φορτία

Τα επιβαλλόμενα φορτία καθορίζονται σύμφωνα με το **DIN 1072:1985:Clause 3.3**.

- Κλάση Γέφυρας SLW <60/30>
 - Κατανεμημένη φόρτιση που ασκείται στο κατάστρωμα μεταξύ των στηθαίων.
- Συντ. Ταλάντωσης $\phi=1.4-0.0081_{\phi \geq 1.0}$

Αφού το ϕ είναι $>50 \Rightarrow \phi = 1.000$

Κατανεμημένη φόρτιση κύριας τροχιάς, $p_1 = 3 * 5 \phi = 15.0 \text{ kN/m}$

Κατανεμημένη φόρτιση υπόλοιπου καταστρώματος $= 3*(12.2-3) = 27.6 \text{ kN/m}$

• Όχημα SLW60 $P_1 = 600 \text{ kN}$

Όχημα SLW30 $P_2 = 300 \text{ kN}$

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

5.2.2.6 Ωθήσεις γαιών

Οι ωθήσεις γαιών των ακροβάθρων και των πτερυγοτοιχών στην περίπτωση του σεισμού ελήφθησαν υπόψη με βάση την μέθοδο Monopobe-Okabe.

Ο υπολογισμός των ωθήσεων γαιών βασίστηκε σε εδαφικές παραμέτρους:

$\phi = 30^\circ \cdot c = 0.0 \text{ kN/m}^2$ και ειδικό βάρος επίχωσης 20 kN/m^2 . (Πηγή: Εγνατία Οδός)

5.2.3 Πρόσθετα Φορτία

5.2.3.1 Θερμοκρασιακές φορτίσεις

Οι θερμοκρασιακές μεταβολές υπολογίστηκαν με βάση τα παρακάτω:

- Ομοιόμορφη αύξηση θερμοκρασίας: $\Delta T = +20^\circ C$
- Ομοιόμορφη μείωση θερμοκρασίας: $\Delta T = -30^\circ C$

Για τον έλεγχο των εφεδράνων και των αρμών καταστρώματος η μέγιστη θερμοκρασιακή μεταβολή ελήφθη υπόψη ως ακολούθως:

- Μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας: $\Delta T = +50^\circ C$
- Μέγιστη μείωση θερμοκρασίας: $\Delta T = -40^\circ C$

Η θερμοκρασιακή μεταβολή ακραίων ινών της ανωδομής ελήφθη ως εξής:

Κατά την φάση κατασκευής

- Διαφορά άνω ακραίων ινών καταστρώματος: +10°C (θετική)
- Διαφορά κάτω ακραίων ινών καταστρώματος: -3.5°C (αντίστροφη)

Κατά τη φάση λειτουργίας

- Διαφορά άνω ακραίων ινών καταστρώματος: +7°C (θετική)
- Διαφορά κάτω ακραίων ινών καταστρώματος: -3.5°C (αντίστροφη)

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

5.2.3.2 Ανεμοπίεση

Η βασική τιμή της ανεμοπίεσης με βάση τις τιμές του DIN 1072 είναι $W=2.5\text{KN/m}^2$.

Κατά την φάση της κατασκευής η ανεμοπίεση ελήφθη με βάση το 70% της βασικής τιμής. Επίσης, αντιμετωπίστηκε η δυσμενής περίπτωση της πλήρους φόρτισης του ανέμου στον ένα πρόβολο και της μερικής (50%) στον άλλο. (Πηγή: Εγνατία Οδός)

5.2.3.3 Φορτίο Τροχοπέδησης

Το φορτίο τροχοπέδησης υπολογίστηκε ως το 25% του φορτίου της κύριας λωρίδας της γέφυρας με ανώτατη τιμή 900kN. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

5.2.4 Τυχηματικές φορτίσεις

5.2.4.1 Σεισμός

Η φόρτιση του σεισμού αντιμετωπίζεται με βάση τον ΕΑΚ2000, την απόφαση Δ17α/115/9/ΦΝ275, και την οδηγία Ε39/99.

Σεισμική περιοχή Ι

Μέγιστη οριζόντια εδαφική επιτάχυνση 0.16g

Συντελεστής σπουδαιότητας 1.3

Κατηγορία εδάφους Β

Η σεισμική δύναμη σχεδιασμού υπολογίζεται από το φάσμα σχεδιασμού R_d , από τις τιμές των οριζοντίων επιταχύνσεων που δίνονται στον ΕΑΚ.

$$T_2 < T \quad R_d(T) = A\gamma_1 \frac{\eta \cdot \theta \cdot \beta_0}{q} \left(\frac{T_2}{T} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Όπου:

$R_d(T)$: Οριζόντια φασματική επιτάχυνση

T : Ιδιοπερίοδος κατασκευής

T_1, T_2 : Χαρακτηριστικές περίοδοι του φάσματος, για κατηγορία εδάφους Β έχουν τις τιμές $T_1=0.15\text{sec}$, $T_2=0.60\text{sec}$

Α μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους, $A=0.16g$,

γ_1 συντελεστής σπουδαιότητας, $\gamma_1=1.30$

q συντελεστής συμπεριφοράς, που εδώ λαμβάνεται με την τιμή 2 για οριζόντια σεισμική καταπόνηση

η διορθωτικός συντελεστής, με την τιμή 1 για ποσοστό απόσβεσης 5%

θ συντελεστής επιρροής της θεμελίωσης $\theta=1.0$

Η κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού λαμβάνεται στο 70% της οριζόντιας. Κατά την φάση της κατασκευής η γέφυρα ελέγχεται σε σεισμική καταπόνηση μειωμένη κατά 50%.

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

6. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

6.1 Γενικά

Τα κριτήρια της μελέτης υιοθετήθηκαν με βάση τις απαιτήσεις του DIN που δεν περιλαμβάνει γενικά την περίπτωση σεισμικής καταπόνησης, συνδυάζονται με την οδηγία E39/99 για την μόρφωση των φορτίσεων που είναι απαραίτητες για την μελέτη. (Πηγή: Εγνατία Οδός).

6.2 Συνδυασμοί φορτίσεων

Οι συνδυασμοί φορτίσεων για τους διαφόρους ελέγχους αναφέρονται παρακάτω. Τα εγκάρσια φορτία παραλείπονται από τους συνδυασμούς που περιγράφονται κατωτέρω όταν η συμπερίληψή τους δίνει ευμενέστερα αποτελέσματα στους ελέγχους επάρκειας της κατασκευής. Χρησιμοποιήθηκαν στην μελέτη οι εξής συμβολισμοί:

G1 = Μόνιμα φορτία κάθε φορά αντίστοιχα με το στάδιο μελέτης που λαμβάνονται.

G2 = Ίδιο βάρος φορείου

P = Προένταση

CS = Ερπυσμός και συρρίκνωση

T = Ομοιόμορφη μεταβολή θερμοκρασίας

ΔT = Διαφορά θερμοκρασίας πελμάτων

S1 = Πιθανή Καθίζηση

L = Κινητό φορτίο

LB = Φορτίο πέδησης

LC = Κινητό φορτίο στην φάση κατασκευής

WU = Άνεμος στην περίπτωση της γέφυρας αφόρτιστης από κινητά φορτία

WL = Άνεμος στην περίπτωση της γέφυρας παρουσία κινητών φορτίων

E = Σεισμικές φορτίσεις

EC = Σεισμικές φορτίσεις στην φάση κατασκευής

BR = Αντικατάσταση εφεδράνων

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

6.2.1 Φάση κατασκευής

α) Κύρια και πρόσθετα φορτία στη φάση λειτουργίας

H1: $G1 + G2 + P + CS + S1 + LC$

HZ: $G1 + G2 + P + CS + S1 + T + \Delta T + WU$

HZ: $G1 + G2 + P + CS + S1 + LC + WL + T + 0.7\Delta T$

β) Κύρια, πρόσθετα και τυχηματικά φορτία στη φάση αστοχίας

U1: $1.75 (G1+G2) + P + CS + S1 + 1.75 LC$

UR: $1.75 (G1+G2) + P + CS + S1 + 1.75LC + WL + T + 0.7\Delta T$

E1: $G1 + G2 + P + CS + 0.2 LC + EC$

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

6.2.2 Τελική κατάσταση

a) Κύρια και πρόσθετα φορτία στη φάση λειτουργίας

$$H1: G1 + P + CS + S1 + L$$

$$H2: G1 + P + CS + 0.5 L \text{ (DIN 4227: Part 1 § 10.1.2-No tension)}$$

$$HZ: G1 + P + CS + S1 + L + LB + WL + T + 0.7 \Delta T$$

$$C1: G1 + (0.9 \text{ or } 1.1) * (P + CS) + S1 + L + T + 0.7 \Delta T + WL \text{ (DIN 4227: Part 1 § 10.2.1)}$$

$$C2: G1 + (0.9 \text{ or } 1.1) * (P + CS) + S1 + 0.7L + T + \Delta T + WL \text{ (DIN 4227: Part 1 § 10.2.1)}$$

b) Κύρια, πρόσθετα και τυχηματικά φορτία στη φάση αστοχίας

$$U1: 1.75 G1 + P + CS + S1 + 1.75L + LB$$

$$UR: 1.75 G1 + P + CS + S1 + 1.75 WU + T + \Delta T$$

$$UR: 1.75 G1 + P + CS + S1 + 1.75 (0.7) L + WL + T + \Delta T$$

$$UR: 1.75 G1 + P + CS + S1 + 1.75L + WL + T + 0.7\Delta T$$

$$UR: 1.75 G1 + P + CS + S1 + 1.75(0.5) L + T + \Delta T + BR$$

$$E1 G1 + P + CS + 0.2L + E$$

Σημείωση : Τα κύρια φορτία στον ανωτέρω συνδυασμό φορτίσεων UR μειώνονται σε 0.9.
(Πηγή: Εγνατία Οδός).

7. ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ



Εικόνα 30: Το κατάστρομα της γέφυρας του π.Βενέτικου μαζί με τις σήραγγες



Εικόνα 31: Η γέφυρα του π.Βενέτικου σήμερα

7.1 Τύπος Στηθαίου Ασφαλείας

Στην κάθε πλευρά των δύο κλάδων των γεφυρών τοποθετείται στηθαίο ασφαλείας ΣΤΕ-1 αγκυρούμενο επί των πεζοδρομίων.

7.2 Εφέδρανα

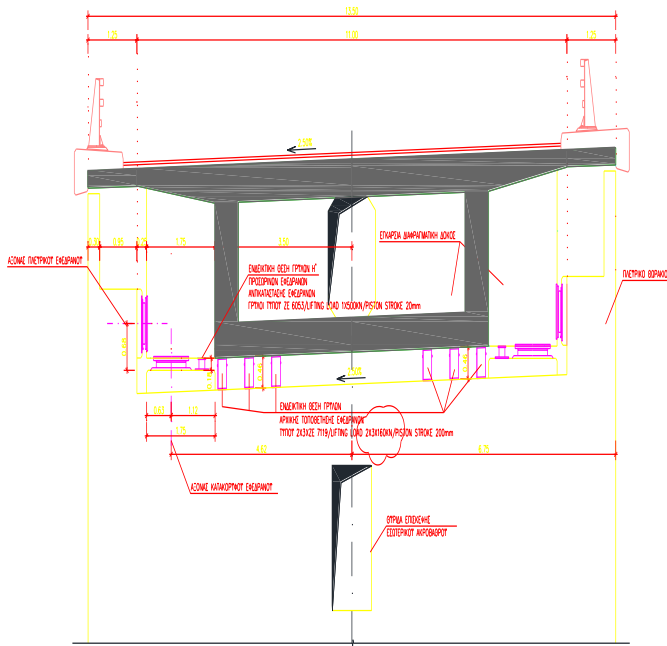
Το κατάστρωμα είναι ολόσωμα συνδεδεμένο με τα μεσόβαθρα ενώ του επιτρέπεται η ελεύθερη κύλιση κατά την διαμήκη και εγκάρσια διεύθυνση στις θέσεις των ακροβάθρων. Στην συνέχεια τα κατακόρυφα φορτία στην θέση κάθε ακροβάθρου μεταφέρονται διαμέσου δύο σημειακών εφεδράνων τύπου sliding pot που παράλληλα επιτρέπουν την κύλιση του φορέα του καταστρώματος κατά τις δύο αυτές διευθύνσεις. Επιπλέον, τα οριζόντια εγκάρσια φορτία παραλαμβάνονται από ελαστομεταλλικά εφέδρανα. Επίσης, τα εφέδρανα κύλισης διαστασιολογούνται για την ολική μετακίνηση όπως υπολογίζεται από την Ε39/99 παρ.

1.4.3(3) με βάση την σχέση:

$$dEd = dg \pm dE \pm \Psi 2TdT, \text{ όπου } \Psi 2T = 0.5$$

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

ΤΥΠΙΚΗ ΟΨΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ
ΚΑ 1:50



ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

ΔΙΑΚΑΘΑΡΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ

- ΓΕΝΙΚΑ**
Η ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΒΑ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΙΑ ΜΕ ΤΗ ΠΡΟΔΡΑΦΗΣ ΟΔΑ 4444 ΚΑΙ ΕΝ 1337 ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΗ ΘΑΛΕΣΣΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΘΕΝΤΩΝ ΑΠΕΡΑ ΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΜΜΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΣ ΑΝΩΣΕΙΣ
- ΚΑΤΑΚΟΡΜΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ**
Η ΔΙΑΚΑΘΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΤΕ ΤΗΣ ΑΝΩΣΕΙΣ, Η ΟΠΟΙΑ ΕΚΤΡΟΧΕΥΕΤΑΙ ΨΗΛΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΛΗΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΠΙΜΟΝΗΣ ΜΕ ΤΑ ΣΧΕΔΙΑ 2002-Β ΚΑΙ 3002-Β (ΦΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ) ΒΟΛΚΩ. 5.1155.11, ΠΡΟΠΟΘΕΤΗ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΓΓΡΑΜΜΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΑΚΥΡΩΣΕΩΣ (1, 2 & 3, ΒΑ ΤΟΜΗ 1-1). ΣΤΗ ΣΤΕΦΕΡΑ, ΧΑΡΑΧΩΝΕΤΑΙ Η ΑΝΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΕΛΗΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΠΑΝΩ ΣΕ ΠΡΟΣΟΡΜΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ Η ΓΡΥΠΟΤΗ ΑΠΟ ΤΗ ΠΡΟΤΥΠΩΣΕΩΣ ΣΤΕΦΕΡΩΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΑΚΥΡΩΣΕΩΣ (1) ΤΟ ΚΑΤΑΚΟΡΜΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ Η ΠΡΩΤΗ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΤΟΜΕΤΟΚΟΝΙΑ ΤΩΝ ΟΡΩΝ ΤΩΝ ΑΚΥΡΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΤΗ ΠΛΑΚΑ ΣΤΕΦΕΡΗΣ. ΤΕΛΟΣ, ΧΑΡΑΧΩΝΕΤΑΙ ΤΑ ΠΡΟΣΟΡΜΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ Η ΓΡΥΠΟΤΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΕΚΤΡΟΧΕΥΣΗ ΤΗΣ ΤΟΜΕΤΟΚΟΝΙΑΣ.
- ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ**
ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΤΕΛΗΗ ΤΗΣ ΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΡΟΧΕΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΜΙΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΑΝΩΣΕΙΣ Η ΣΤΕΦΕΡΩΣ ΤΩΝ ΠΛΕΥΡΑΙΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΑΚΑ ΑΚΥΡΩΣΕΩΣ (2, ΒΑ ΤΟΜΗ 2-2) ΚΑΙ Η ΕΚΤΡΟΧΕΥΣΗ ΤΩΝ ΠΛΕΥΡΑΙΩΝ ΟΡΑΚΙΩΤΩ ΜΕ ΤΩΝ ΕΚΤΡΟΧΕΥΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΑΚΥΡΩΣΕΩΣ (4, ΒΑ ΤΟΜΗ 2-2).

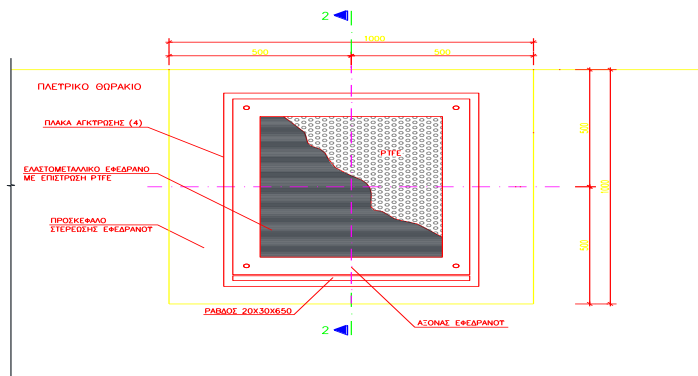
ΔΙΑΚΑΘΑΡΙΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ

- ΓΕΝΙΚΑ**
ΟΙΑ ΤΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΒΑ ΕΙΣΤΗΝ ΤΗ ΑΝΑΠΟΤΙΧΙΑ ΑΝΑΠΟΤΙΧΑΣΕΩΣ
- ΚΑΤΑΚΟΡΜΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ**
ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΜΙΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΑΝΑΧΩΝΕΤΑΙ Η ΑΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΠΡΟΣΟΡΜΙΕΣ ΓΡΥΠΟΤΗ, ΑΝΑΡΤΕΤΑΙ Η ΠΛΑΚΑ ΟΙΘΕΡΕΣ, ΑΝΑΡΤΕΤΑΙ ΟΙ ΚΟΝΙΕΣ ΣΤΕΦΕΡΩΣ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΑΝΑΧΩΝΕΤΑΙ ΤΟ ΕΦΕΔΡΑΝΟ ΚΑΙ ΣΤΡΕΦΑ ΟΡΙΖΩΝΤΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΣΩ. Η ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΤ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΠΛΕΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΕΠΡΩΧΗ ΣΕΡΑ.
- ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ**
Α) ΟΤΑΝ ΤΟ ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΟ ΔΕΝ ΠΛΕΤΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΣΕΙΣ, ΑΝΑΡΤΕΤΑΙ ΟΙ ΚΟΝΙΕΣ ΣΤΕΦΕΡΩΣ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΡΕΦΑ ΤΟ ΕΦΕΔΡΑΝΟ ΟΡΙΖΩΝΤΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΣΩ. Η ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΤ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΠΛΕΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΕΠΡΩΧΗ ΣΕΡΑ. Β) ΟΤΑΝ ΤΟ ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΟ ΠΛΕΤΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΩΣΕΙΣ, ΧΑΡΑΧΩΝΕΤΑΙ (ΚΑΜΑ ΔΕΝ ΑΝΑΡΤΕΤΑΙ) ΟΙ ΚΟΝΙΕΣ ΣΤΕΦΕΡΩΣ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΟΙΘΕΡΕΣ, ΚΥΤΑΤΑ Η ΕΣΤΡΩΣΗ ΕΠΙΧΩΝΕΤΕ ΠΛΑΚΑ ΟΙΘΕΡΕΣ ΕΣΤΙ ΟΕΤΕ ΝΑ ΜΕΤΑΧΩΝΕΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ ΚΑΙ ΝΑ ΑΠΟΧΩΝΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΟ, ΑΝΑΡΤΕΤΑΙ ΟΙ ΚΟΝΙΕΣ ΣΤΕΦΕΡΩΣ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΡΕΦΑ ΤΟ ΟΡΙΖΩΝΤΑ ΠΡΟΣ ΤΑ ΕΣΩ. Η ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΤ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ ΠΛΕΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΤΕΠΡΩΧΗ ΣΕΡΑ.

Σχέδιο 41 : Τυπική όψη ακρόβαθρου

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΟΨΗ
ΔΙΑΤΑΞΗ ΠΛΕΥΡΙΚΩΤ ΕΦΕΔΡΑΝΩΤ
ΚΑ 1:10

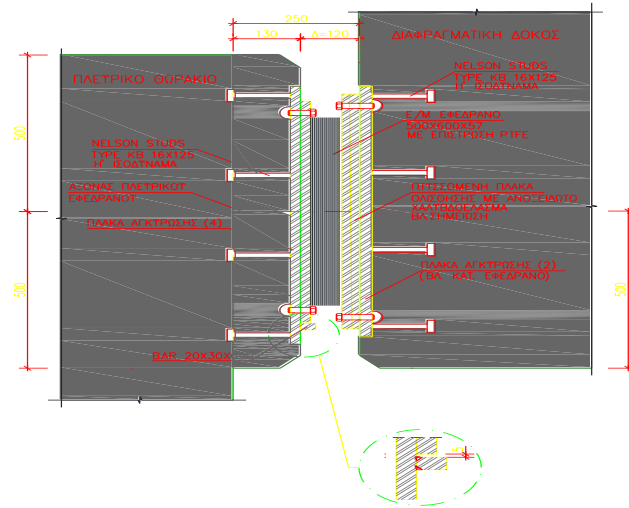


ΠΛΕΥΡΑΙΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΟΔΙΣΤΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ALGA BLOC, ΝΤΜ 500/600/57 ΤΗΣ ALGA Η' ΙΣΟΔΤΝΑΜΟ					
ΦΟΡΤΙΑ (kN)			ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ (mm)		ΣΤΡΟΦΗ
ΚΑΤΑΚ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	± rad
4500	-	-	+425/-425	-	-
ΦΟΡΤΙΑ (kN) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ			ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ (mm) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ		ΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛ
ΚΑΤΑΚ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	± rad
4444	-	-	+425/-424	-	-

Σχέδιο 42 : Όψη - Διάταξη πλευρικού εφένδρανω

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΤΟΜΗ 2-2
 ΠΛΕΥΡΙΚΟ ΕΦΕΔΡΑΝΟ
 ΚΑΙ 1:10

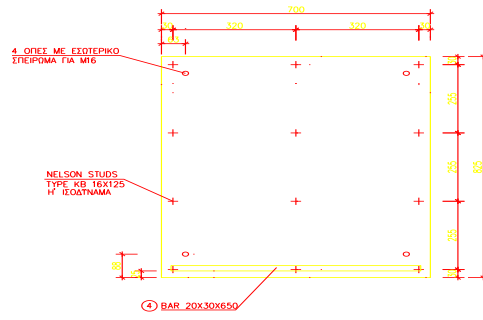


ΣΗΜΕΙΩΣΗ:
 Η ΠΛΑΚΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΘΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΔΥΟ ΣΦΙΝΟΕΙΔΕΙΣ ΠΛΑΚΕΣ Η ΜΙΑ ΕΚ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ (β) ΘΑ ΕΧΕΙ ΕΠΙΜΗΚΕΙΣ ΟΠΕΣ ΚΑΙ Η ΑΛΛΗ (α) ΚΑΝΟΝΙΚΕΣ ΟΣΤΕ ΝΑ ΤΠΑΡΧΕΙΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΤΩΤ ΔΙΑΚΕΝΩΤ (Δ) ΚΑΤΑ ± 1mm.

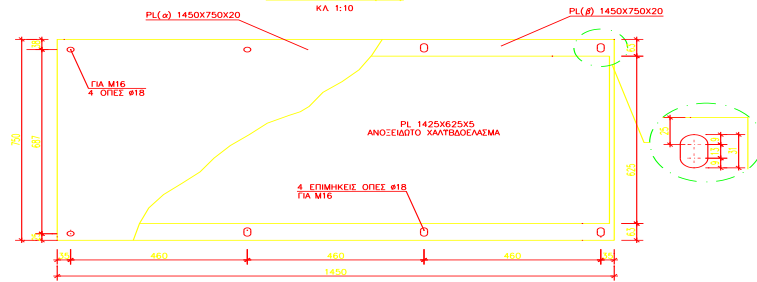
Σχέδιο 43 : Εφέδρανο

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΠΛΑΚΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ (4) PL 700X825X20 (min)
ΚΑ 1:10



ΠΥΤΤΥΣΟΜΕΝΗ ΠΛΑΚΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ
PL 1450X750X35 (min)
ΚΑ 1:10



Σχέδιο 44 : Πλάκα αγκύρωσης και πλάκα ολίσθησης

Πηγή: Εγνατία Οδός

7.2.1 Κατακόρυφα εφέδρανα

Στις θέσεις των ακροβάθρων η ανωδομή εδράζεται πάνω σε δύο κατακόρυφα εφέδρανα κύλισης (sliding pot bearings) με τις παρακάτω προδιαγραφές χαρακτηριστικών:

Φορτία (kN)			Μετακινήσεις (mm)		Περιστροφή rads
Κατακόρυφα (*)	Διαμήκη	Εγκάρσια	Διαμήκης	Εγκάρσια	
9200	0	0	±425	±10	0.01

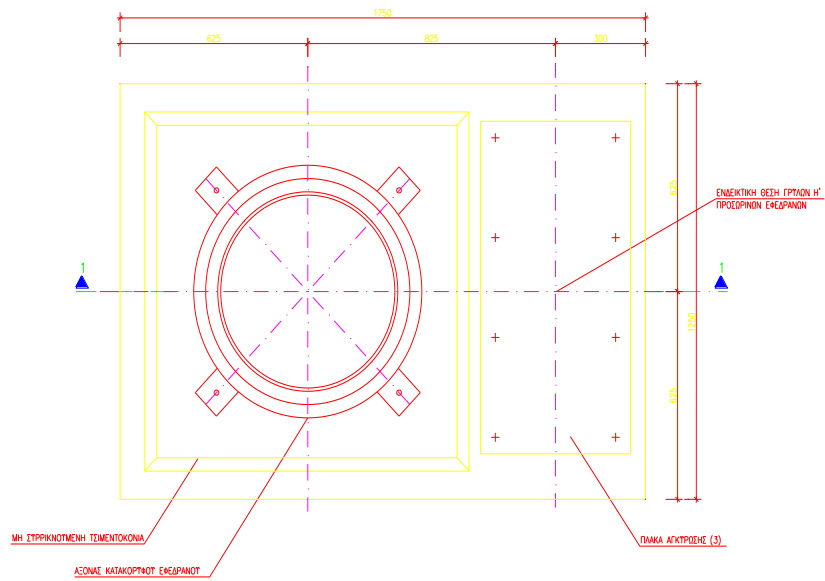
* Η φόρτιση είναι κάθετη στο επίπεδο του εφεδράνου

Πίνακας 16: Προδιαγραφές χαρακτηριστικών κατακόρυφων εφεδράνων

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΦΕΔΡΑΝΟΥ

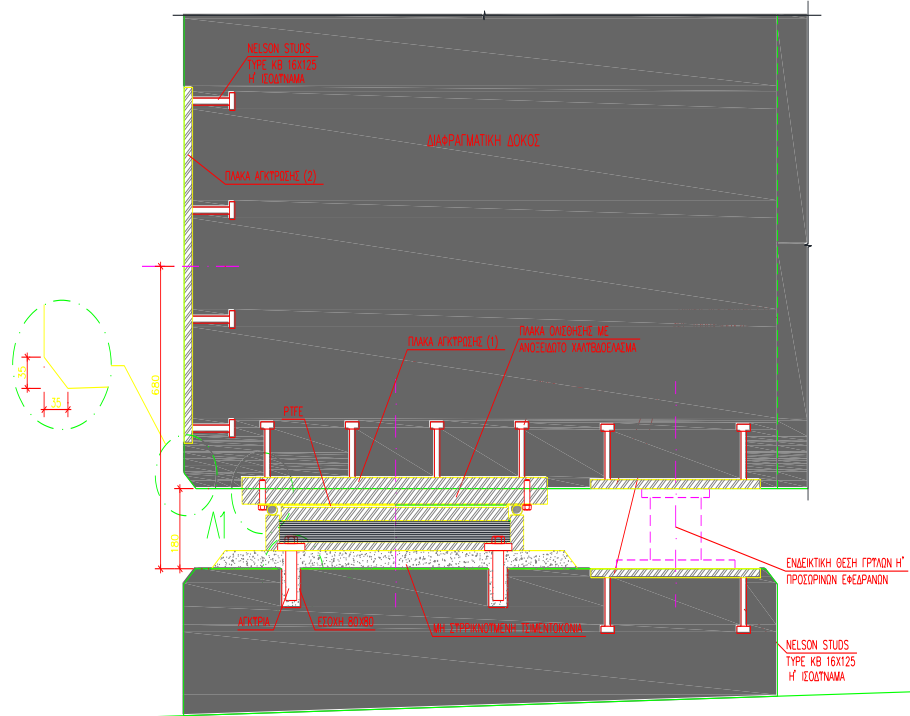
ΚΑΤΩΨΗ
ΚΑ 1:10



Σχέδιο 45: Διάταξη κατακόρυφου εφέδρανου

Πηγή: Εγνατία Οδός

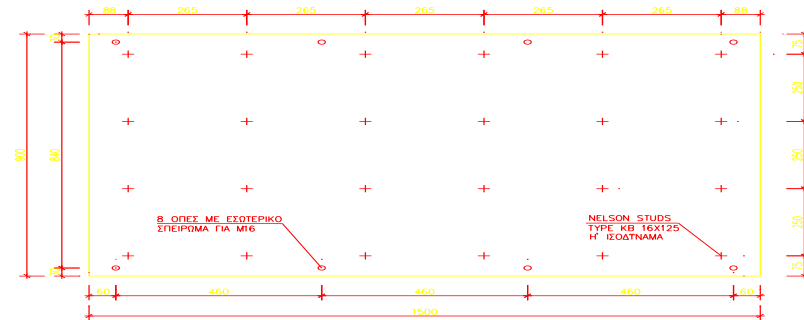
ΤΟΜΗ 1-1
ΚΑ. 1:10



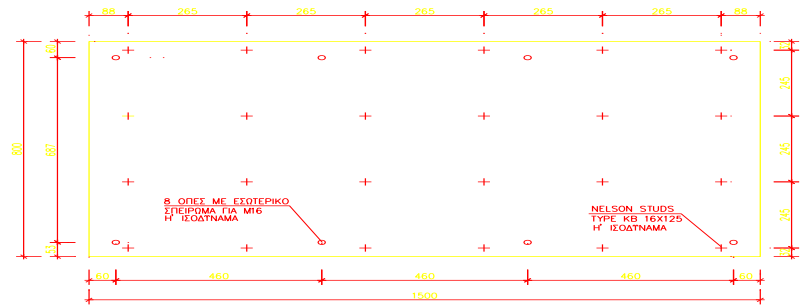
Σχέδιο 46 : Τομή 1-1 εφέδρανου

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΠΛΑΚΑ ΔΕΚΤΡΩΣΗΣ (1)
 PL_1500X900X25 (min)
 ΚΑ 1:10



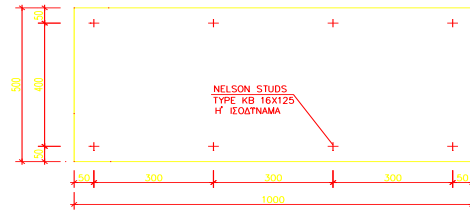
ΠΛΑΚΑ ΔΕΚΤΡΩΣΗΣ(2)
 PL_1500X800X25 (min)
 ΚΑ 1:10



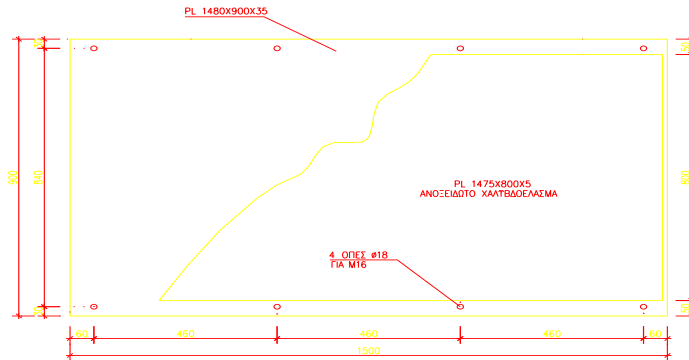
Σχέδιο 47 : Πλάκα αγκύρωσης

Πηγή: Εγνατία Οδός

ΠΛΑΚΑ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ (3)
 PL 1000X500X25 (min)
 ΚΑ 1:10



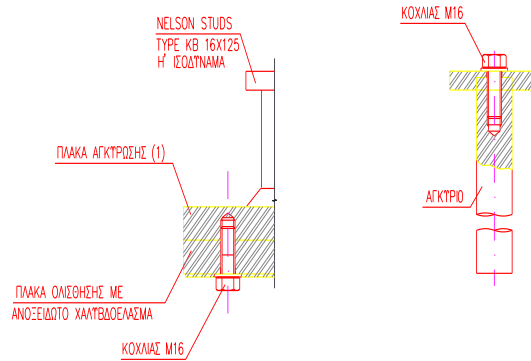
ΠΛΑΚΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ
 PL 1500X900X35 (min)
 ΚΑ 1:10



ΚΑΤΑΚΟΡΤΘΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΡΟΤ, PNm 9.200/850/20 ΤΗΣ ALGA ΗΉ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ						
ΦΟΡΤΙΑ(kN)			ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ (mm)		ΣΤΡΟΦΗ	
ΚΑΤΑΚ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	± rod	
9200	--	--	+425/-425	±10	0.01	
ΦΟΡΤΙΑ(kN) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ			ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ (mm) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ		ΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛ	
ΚΑΤΑΚ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	ΔΙΑΜΗΚ	ΕΓΚΑΡΣ	± rod	
8281	--	--	+425/-424	±10	0.01	

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ 1
 ΧΩΡΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑ

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ 2
 ΧΩΡΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑ



Σχέδιο 48 : Πλάκα αγκύρωσης και πλάκα ολίσθησης

Πηγή: Εγνατία Οδός

7.2.2 Οριζόντια εφέδρανα

Στην εγκάρσια διεύθυνση η αντίστοιχη σεισμική φόρτιση πολλαπλασιάζεται με συντελεστή 1.25 όπως ορίζεται σύμφωνα με την παράγραφο 2.7.3 (2) της Ε39/99. Η φόρτιση αυτή παραλαμβάνεται από ελαστομεταλλικά εφέδρανα με τις προδιαγραφές που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα. Η ελεύθερη μετακίνηση του φορέα κατά την διαμήκη έννοια επιτυγχάνεται με ανοξείδωτη μεταλλική πλάκα σε επαφή με το εφέδρανο που φέρει επικάλυψη PTFE.

Φορτία (kN)			Μετακινήσεις (mm)		Περιστροφή rads
Κατακόρυφα (*)	Διαμήκη	Εγκάρσια	Διαμήκης	Εγκάρσια	
4500	-	-	±425	-	-

* Η φόρτιση είναι κάθετη στο επίπεδο του εφεδράνου

Πίνακας 17: Προδιαγραφές χαρακτηριστικών οριζόντιων εφεδράνων

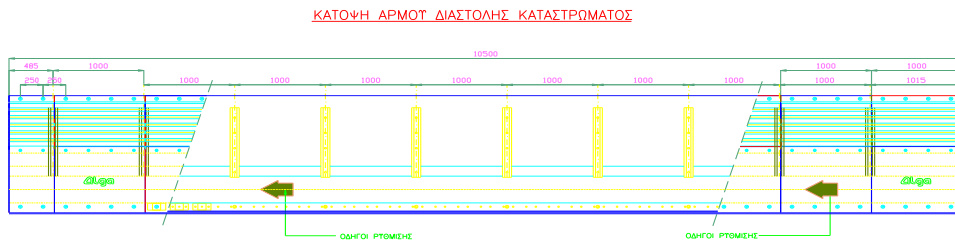
Τα οριζόντια ελατήρια τοποθετούνται επί πλευρικών τοιχείων των ακροβάθρων, ένα σε κάθε πλευρά των εγκάρσιων διαφραγμάτων της ανωδομής.
(Πηγή: Εγνατία Οδός)

7.3 Αρμοί διαστολής καταστρώματος

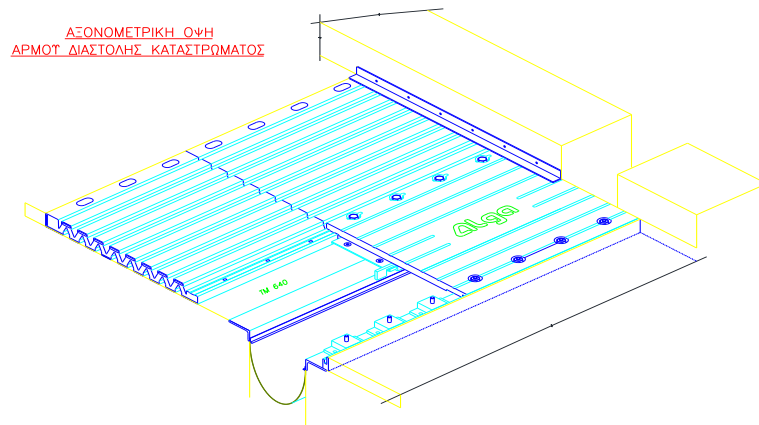
Οι αρμοί διαστολής του καταστρώματος διαστασιολογούνται να παραλάβουν την μετακίνηση σχεδιασμού των $\pm 320\text{mm}$, όπως υπολογίζεται από την Ε39/99 παρ. 1.4.3(3) με βάση την σχέση:

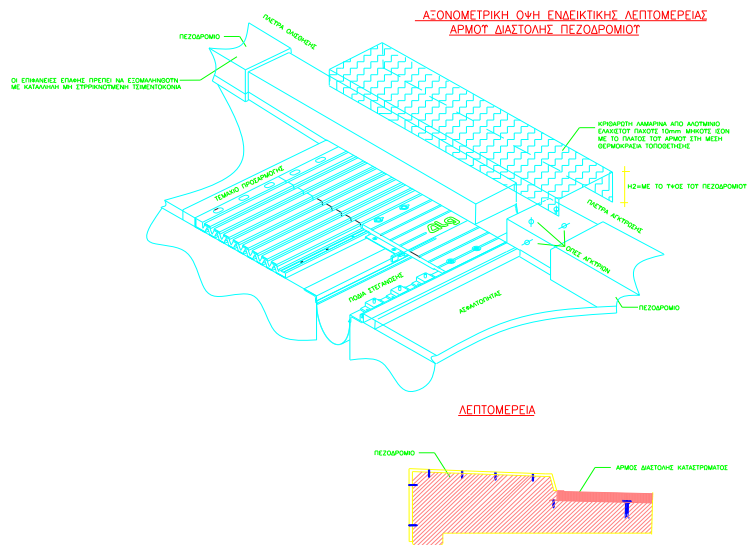
$$d'Ed = dg \pm 0.4dE \pm \Psi 2TdT, \text{ όπου } \Psi 2T = 0.5$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία που παρατίθενται αφορούν τον αρμό διαστολής τύπου TM 640 ΤΗΣ ALGA.



Σχέδιο 49 : Κάτοψη αρμού διαστολής καταστρώματος





Σχέδιο 50 : Αξονική όψη αρμού διαστολής καταστρώματος

Πηγή: Εγνατία Οδός

7.4 Στεγανοποίηση καταστρώματος και επιφανειακά τελειώματα.

Το προτεινόμενο σύστημα στεγανοποίησης του καταστρώματος είναι από ψεκάζομενη μεμβράνη με υψηλούς συνοχής στρώμα από πολυμερισμένη (SBS) ασφαλτική μαστίχα. Επιπλέον, η θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10 °C και η σχετική υγρασία δεν πρέπει να ξεπερνά το 70% όταν τοποθετείται η μεμβράνη.

Η μεμβράνη πρέπει να ψεκάζεται σε συμφωνία με τις προδιαγραφές του προμηθευτή και να είναι δύο συστατικών. Το πάχος της στρώσης είναι περίπου 2mm. Η μεμβράνη θα πρέπει να εφαρμόζεται στην άνω πλευρά του καταστρώματος καθώς και στις κάθετες επιφάνειες επαφής με το σκυρόδεμα των πεζοδρομίων.

Για την εξασφάλιση της συνοχής μεταξύ της μεμβράνης και των ασφαλτικών στρώσεων πρέπει να τοποθετηθεί ασφαλτική μαστίχα πάχους 10mm. Η ασφαλτική μαστίχα πρέπει να πολυμερισθεί με SBS. Η μεμβράνη πολυουρεθάνης πρέπει να έχει στερεοποιηθεί πλήρως πριν την τοποθέτηση της στρώσης.

Επάνω από την ασφαλτική μαστίχα προτείνεται συγκολλητική στρώση πάχους 4cm και στρώση οδοστρωσίας πάχους 4cm.

Οι στρώσεις μπορούν να συνοψιστούν στις εξής:

- Υπόβαση
- Στρώση πολυουρεθάνης δύο συστατικών πάχους περίπου 2mm
- Ασφαλτική μαστίχα, SBS πολυμερισμένη, 10mm
- Συγκολλητική στρώση 40mm
- Στρώση οδοστρωσίας 40mm

(Πηγή: Εγνατία Οδός)

7.4.1 Στεγανοποίηση ακροβάθρων

Στην εσωτερική πλευρά των ακροβαθρών καθώς και στην άνω πλευρά των πλακών πρόσβασης προτείνεται στεγανοποίηση με την χρήση πολυμερισμένων ασφαλτικών γαλακτωμάτων, PmBE 70. Τα ασφαλτικά προτειμάτε να είναι πολυμερισμένα με την χρήση πολυμερούς SBS polymer (Styrene Butadiene Styrene).

Η μεμβράνη θα εφαρμόζεται σε 2 στρώσεις. Η ποσότητα υλικού ανά m² για κάθε στρώση είναι περίπου 0.3 έως 0.4 lt / m².

7.5 Χρονοδιάγραμμα

Το χρονοδιάγραμμα περιλαμβάνει τις εργασίες που εκτελούνται για την κατασκευή της γέφυρας μέχρι την ολοκλήρωσή της. Ακόμη, αφορά και τις εργασίες που ακολουθούν την παράδοση της γέφυρας όπως η τοποθέτηση στηθαίων και οι ηλεκτρολογικές. Όπως φαίνεται στο παρακάτω χρονοδιάγραμμα οι εργασίες φαίνεται να ξεκίνησαν τον Ιούλιο του 2005 και να ολοκληρώθηκαν τον Οκτώβριο του 2008. Οι εργασίες ορίστηκαν στον δεξί κλάδο της γέφυρας και στην συνέχεια στον αριστερό κλάδο όπου παρατηρούμαι και την ταυτόχρονη κατασκευή των δύο κλάδων ανά περιόδους. Πιο αναλυτικά, οι εργασίες που εξασφαλίζονται στο παρακάτω χρονοδιάγραμμα αφορούν την θεμελίωση, την κατασκευή των βάθρων, την κατασκευή του φορέα ανωδομής με την μέθοδο της προβολοδόμησης, την τοποθέτηση των στηθαίων ασφάλειας και τις ηλεκτρολογικές εργασίες.

8. ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

8.1 Βλάβες Γεφυρών

Σε χώρες με έντονη σεισμική επικινδυνότητα όπως η Ελλάδα, οι γέφυρες κατά τη διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού υπόκεινται σε κίνδυνο αστοχίας που αφορά είτε βλάβη, σε συγκεκριμένα δομικά στοιχεία της κατασκευής είτε ακόμη και σε κατάρρευση του συνόλου ή μέρους του φορέα. Σε κάθε περίπτωση σοβαρής αστοχίας μίας γέφυρας διακόπτεται η κυκλοφορίας, που είναι ανεπιθύμητο κατά το κρίσιμο χρονικό διάστημα μετά το σεισμό, όπου η λειτουργία του οδικού δικτύου είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των συνεπειών του σεισμού.

Τα πιο συχνά είδη βλαβών που μπορεί να υποστεί μία γέφυρα λόγω σεισμού, είναι τα εξής:

1. Απώλεια στήριξης της ανωδομής της γέφυρας στα ακρόβαθρα ή μεσόβαθρα σε μη σταθερές ακραίες στηρίξεις στη διαμήκη διεύθυνση ή μεταξύ γειτονικών τμημάτων του φορέα σε ενδιάμεσους αρμούς διαχωρισμού διατεταγμένους μέσα στο άνοιγμα λόγω ανεπαρκούς μήκους έδρασης.
2. Σημαντική απώλεια αντοχής λόγω αποσάθρωσης του σκυροδέματος και αστοχίας του οπλισμού των βάθρων. Οι βλάβες μπορεί να είναι καμπτικές ή διατμητικές.
3. Βλάβες των ακρόβαθρων ή των θεμελίων των βάθρων λόγω αστοχίας του εδάφους θεμελίωσης που οφείλεται σε ρευστοποίηση, εκτεταμένη καθίζηση, κτλ.

Από τις κατηγορίες που αναφέραμε, πιο συχνό φαινόμενο αποτελούν αυτές που σχετίζονται με μείωση της καμπτικής ή διατμητικής αντοχής των βάθρων. Συνήθως δεν οδηγούν σε κατάρρευση της γέφυρας και είναι επισκευάσιμες. Αντίθετα, οι άλλες κατηγορίες βλαβών, έχουν καταστροφικές συνέπειες.

(Πηγή: Κ. Σπυράκος, "Συντήρηση και Επιδιόρθωση Γεφυρών, Νέες και Παλαιές Γέφυρες - Λίθινες Γέφυρες", Ε.Ε.ΜΕ.Γ - Ημερίδα της 28ης Ιανουαρίου 2013, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (2013)).



Εικόνα 32: λόγω απώλειας στήριξης Αστοχία.

Πηγή: Κ. Σπυράκος, "Συντήρηση και Επιδιόρθωση Γεφυρών, Νέες και Παλαιές Γέφυρες - Λίθινες Γέφυρες", Ε.Ε.ΜΕ.Γ - Ημερίδα της 28ης Ιανουαρίου 2013, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (2013).



Εικόνα 33: Αστοχία καμπτικού τύπου

Πηγή: Κ. Σπυράκος, "Συντήρηση και Επιδιόρθωση Γεφυρών, Νέες και Παλαιές Γέφυρες - Λίθινες Γέφυρες", Ε.Ε.ΜΕ.Γ - Ημερίδα της 28ης Ιανουαρίου 2013, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (2013).



Εικόνα 34: Αστοχία διατμητικού τύπου.

Πηγή: Κ. Σπυράκος, "Συντήρηση και Επιδιόρθωση Γεφυρών, Νέες και Παλαιές Γέφυρες - Λίθινες Γέφυρες", Ε.Ε.ΜΕ.Γ - Ημερίδα της 28ης Ιανουαρίου 2013, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (2013).



Εικόνα 35: Αστοχία ακροβάθρου λόγω ρευστοποίησης εδάφους θεμελίωσης.

Πηγή: Κ. Σπυράκος, "Συντήρηση και Επιδιόρθωση Γεφυρών, Νέες και Παλαιές Γέφυρες - Λίθινες Γέφυρες", Ε.Ε.ΜΕ.Γ - Ημερίδα της 28ης Ιανουαρίου 2013, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (2013).

8.2 Συντήρηση Γεφυρών

8.2.1 Ορισμός

Ο όρος Συντήρηση συμπεριλαμβάνει έναν συνδυασμό τεχνικών, διοικητικών και διαχειριστικών ενεργειών κατά την διάρκεια ζωής ενός τεχνικού έργου με σκοπό την διατήρηση ή την επαναφορά σε κατάσταση, που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις ασφάλειας και λειτουργίας.

Συγκεκριμένα, η στρατηγική συντήρησης ορίζεται με ευθύνη του φορέα Λειτουργίας και Συντήρησης συνεκτιμώντας την υπολειπόμενη λειτουργική διάρκεια ζωής της γέφυρας, ώστε να ασφαλίζεται η επιτελεσματικότητα κάθε γέφυρας και να πληρούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- Ασφάλεια
- Λειτουργικότητα
- Ανθεκτικότητα
- Περιβαλλοντική μέριμνα
- Αισθητική εμφάνιση

Πηγή: Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών Γενική Γραμματεία Υποδομών «Διαβούλευση του «Κανονισμού Επιθεώρησης και Συντήρησης Γεφυρών (Κ.Ε.ΣΥ.ΓΕ.)»».

8.2.2 Είδη Συντήρησης:

Με κριτήριο τον επιδιωκόμενο σκοπό διακρίνονται δύο είδη συντήρησης :

1. Προληπτική συντήρηση: η οποία πρέπει να γίνεται σε προκαθορισμένα διαστήματα και στοχεύει στην αποτροπή ανάπτυξης ενδεχόμενης φθοράς ή αντιστοίχως στην ανάσχεση της εξέλιξης υπάρχουσας φθοράς.

Η προληπτική συντήρηση, πραγματοποιείται:

1α. Σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα και χωρίς την προϋπόθεση πρότερης επιθεώρησης.

1β. Υπό την προϋπόθεση και ως επακόλουθο αποτελεσμάτων συνεχούς και συστηματικής παρακολούθησης, ή/και περιοδικής επιθεώρησης ή/και ελέγχων.

2. **Συντήρηση αποκατάσταση:** η οποία πρέπει να γίνεται μετά τον εντοπισμό μιας φθοράς ή αλλοίωσης και στοχεύει να επαναφέρει την γέφυρα ή ένα δομικό μέλος ή ένα στοιχείο του εξοπλισμού σε κατάσταση κατά την οποία να μπορεί να εκτελεί την σκοπούμενη λειτουργία.

Η συντήρηση αποκατάστασης, πραγματοποιείται:

- Μετά την διαπίστωση μίας φθοράς ή ενός ελαττώματος χωρίς όμως τον χαρακτήρα του επείγοντος.
- Μετά την διαπίστωση φθορών, λαμβάνοντας το χαρακτηρισμό του επείγοντος έτσι ώστε να μην επιτρέπεται χρονική καθυστέρηση μεταξύ της διαπίστωσης μίας φθοράς και των διορθωτικών ενεργειών αλλά να επιβάλλεται η λήψη άμεσων μέτρων ώστε να αποφευχθούν συνέπειες, οι οποίες αφορούν την ασφάλεια της δομικής ακεραιότητας της γέφυρας.

Πηγή: Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών Γενική Γραμματεία Υποδομών «Διαβούλευση του «Κανονισμού Επιθεώρησης και Συντήρησης Γεφυρών (Κ.Ε.ΣΥ.ΓΕ.)»».

8.2.2.1 Προληπτική Συντήρηση

Η συνήθης συντήρηση κατατάσσεται στην προληπτική συντήρηση η οποία προβλέπεται για την γέφυρα και θα πρέπει να γίνεται συστηματικά σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα ή όταν μια γέφυρα μετά από επιθεώρηση αξιολογηθεί με βαθμό 1.

Σκοπός της συνήθους συντήρησης είναι η πρόληψη εμφάνισης ή διόρθωσης μίας φθοράς ή μιας αλλοίωσης, που είναι σε αρχικό στάδιο πριν αρχίσει να προκαλεί άλλες φθορές ή αλλοιώσεις δυσμενοποιώντας τις απαιτούμενες διορθωτικές ενέργειες.

Οι ενέργειες που συμπεριλαμβάνει η συνήθης ετήσια συντήρηση είναι οι εξής:

1. καθαρισμός του συστήματος αποχέτευσης ανωδομής (στόμια, σωληνώσεις) των πλευρικών αποχετευτικών τάφρων, των σημείων απόληξης στις οπές αποτόνωσης των υπερπιέσεων των φρεατίων που αποτελούν το σύστημα αποχέτευσης κλπ.
2. καθαρισμός του οδοστρώματος από τυχόν κατάλοιπα (όπως έλαια, χάλικες, σκουπίδια κλπ.) που συσσωρεύονται κυρίως στα άκρα αυτού,
3. καθαρισμός των αρμών καταστρώματος,
4. καθαρισμός των πεζοδρομίων, των εσωτερικών και εξωτερικών παρειών από γκράφιτι, αφίσες κλπ.
5. έλεγχος, καθαρισμός και συντήρηση των στηθαίων ασφαλείας και των κιγκλιδωμάτων,

6. έλεγχος λειτουργίας και της κατάστασης των θυρίδων πρόσβασης στο εσωτερικό του φορέα, των κλπ.

Πηγή: Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών Γενική Γραμματεία Υποδομών «Διαβούλευση του «Κανονισμού Επιθεώρησης και Συντήρησης Γεφυρών (Κ.Ε.ΣΥ.ΓΕ.)»».

8.2.2.2 Εξειδικευμένη Συντήρηση

Στο πλαίσιο της προληπτικής συντήρησης κατατάσσεται και η εξειδικευμένη συντήρηση, η οποία πρέπει να γίνεται στην γέφυρα μετά από περιοδική επιθεώρηση, υπάρχουν ευρήματα κατηγορίας 2.

Ως προληπτική συντήρηση, η εξειδικευμένη συντήρηση στοχεύει στην αποφυγή επιδείνωσης μιας φθοράς, η οποία βρίσκεται στον εξοπλισμό ή μιας φθοράς περιορισμένης έκτασης και μεγέθους στα δομικά μέλη της γέφυρας, που δεν θέτει σε κίνδυνο την φέρουσα ικανότητα της γέφυρας αλλά η μη αποκατάστασή της, μπορεί βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα να έχει αντίκτυπο στην δομική ακεραιότητα και στο μελλοντικό κόστος αποκατάστασης της

Συνοπτικά αναφέρονται οι εργασίες, που πραγματοποιούνται μέσω μιας εξειδικευμένης συντήρησης ανάλογα με το αν αφορούν στον εξοπλισμό ή δομικό μέλος της γέφυρας:

Στοιχεία εξοπλισμού και λοιπά στοιχεία της γέφυρας:

- a) αποκατάσταση συστήματος αποχέτευσης ανωδομής (στόμια, σωληνώσεις) καθώς και των διατάξεων επίσκεψης και ελέγχου στα διάφορα σημεία του τεχνικού,
- b) αποκατάσταση - επισκευή των μεταλλικών στοιχείων (στηθαία ασφαλείας, κιγκλιδώματα προστασίας πεζών, πινακίδες σήμανσης, θυρίδες πρόσβασης κλπ.),
- c) αποκατάσταση του οδοστρώματος κυκλοφορίας από φθορές ή βλάβες της επιφάνειας κύλισης, των επενδύσεων των πεζοδρομίων, των κρασπέδων, της βαφής των μεταλλικών στοιχείων ή των στοιχείων από σκυρόδεμα που είναι βαμμένα και των τελειωμάτων των ορατών επιφανειών,
- d) αποκατάσταση των στρώσεων προστασίας και της εξωτερικής βαφής των μεταλλικών φορέων και λοιπών φερόντων δομικών στοιχείων, καθώς και των στοιχείων καθοδικής προστασίας μεταλλικών δομικών στοιχείων ή οπλισμών,
- e) συντήρηση ή επισκευή όλων των στοιχείων των αρμών ή και των βιομηχανικών συνδέσμων (κλείδες διατμητικοί σύνδεσμοι, διατάξεις απόσβεσης σεισμικών φορτίων κλπ.).

Δομικά στοιχεία γεφυρών από σκυρόδεμα:

- a) αποκατάσταση επικάλυψης οπλισμών σε σημεία μικρής έκτασης της υπόψη φθοράς, τοπικά και σε ορατά σημεία (όχι έπειτα από αποκάλυψη με σκαπτικά μέσα),
- b) αποκατάσταση επικάλυψης κόνων ή σημείων αγκύρωσης τενόντων προέντασης,

Δομικά στοιχεία γεφυρών από χάλυβα:

- a) αντικατάσταση μεμονωμένων βλήτρων ή κοχλιών στο φορέα μεταλλικών γεφυρών.
- b) αποκατάσταση των στρώσεων προστασίας και της εξωτερικής βαφής των μεταλλικών φορέων και λοιπών φερόντων δομικών στοιχείων, καθώς και των στοιχείων καθοδικής προστασίας μεταλλικών δομικών στοιχείων ή οπλισμών,

Δομικά στοιχεία γεφυρών από λιθοδομή:

- a) περιορισμένης έκτασης αρμολόγημα

Στο πλαίσιο της εξειδικευμένης συντήρησης κατατάσσεται και η συντήρηση, που αφορά στον εξοπλισμό της γέφυρας, όπως αναφέρεται από τις προδιαγραφές των διαφόρων στοιχείων εξοπλισμού της γέφυρας. Συγκεκριμένα, η συντήρηση αυτών των στοιχείων όπως αρμοί, εφέδρανα, στοιχεία στεγανοποίησης κλπ., θα πρέπει να γίνεται στα χρονικά διαστήματα που προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή τους και να αντικαθίστανται όταν παρέλθει η προδιαγραφόμενη τεχνική διάρκεια ζωής του στοιχείου.

Πηγή: Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών Γενική Γραμματεία Υποδομών «Διαβούλευση του «Κανονισμού Επιθεώρησης και Συντήρησης Γεφυρών (Κ.Ε.ΣΥ.ΓΕ.)»».

8.2.2.3 Συντήρηση Αποκατάστασης

Η συντήρηση αποκατάστασης της γέφυρας είναι απαραίτητο να γίνεται στην περίπτωση κατά την οποία μετά την επιθεώρηση μιας γέφυρας η αξιολόγηση έχει αποδώσει τον βαθμό 3 ή 3E. Η συντήρηση αποκατάστασης στοχεύει στην αποκατάσταση της σκοπούμενης επιτελεσματικότητας από την αρχική μελέτη κατασκευής μιας γέφυρας.

Στην συνέχεια στο πλαίσιο της Στατικής Μελέτης αποκατάστασης Μελετητής Πολιτικός Μηχανικός έχει την ευθύνη πραγματοποίησης των ακόλουθων διεργασιών:

- a) προκαταρκτικό έλεγχο ορθότητας της αρχικής μελέτης κατασκευής.
Συγκεκριμένα, ο έλεγχος περιλαμβάνει ανεξάρτητους υπολογισμούς εντάσεως και διαστασιολογήσεως διατηρώντας τις βάσεις σχεδιασμού της αρχικής μελέτης. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει αρχική μελέτη θα πρέπει να γίνεται μελέτη εκτίμησης με βάση τους ισχύοντες κανονισμούς την περίοδο εκπόνησης της μελέτης και τα πραγματικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φορέα.
- b) λεπτομερή Επιθεώρηση της γέφυρας και σύνταξη και εκτέλεση κατάλληλου ερευνητικού προγράμματος με επιτόπου μετρήσεις, ελέγχους και εργαστηριακές δοκιμές
- c) αξιολόγηση αποτελεσμάτων ερευνητικού προγράμματος
- d) επικαιροποίηση των παραδοχών του προκαταρκτικού ελέγχου με θεώρηση των σχετικών αποτελεσμάτων του ερευνητικού προγράμματος.
- e) σε ειδικές περιπτώσεις είναι ενδεχόμενο να απαιτηθεί εκτέλεση δοκιμαστικής φόρτισης για την σύγκριση μεταξύ αναμενόμενης και πραγματικής απόκρισης της γέφυρας.
- f) ενόργανη παρακολούθηση της εξέλιξης των παραμορφώσεων σε κρίσιμες θέσεις και ενόργανη παρακολούθηση της εξέλιξης των ρηγματώσεων.

Πηγή: Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών Γενική Γραμματεία Υποδομών «Διαβούλευση του «Κανονισμού Επιθεώρησης και Συντήρησης Γεφυρών (Κ.Ε.ΣΥ.ΓΕ.)»».

8.2.3 Συντήρηση Γεφυρών Εγνατίας Οδού

Η στοιχειώδης και τακτική συντήρηση των τεχνικών γίνεται με σκοπό τη διατήρησή τους στη βέλτιστη δυνατή κατάσταση, την προστασία τους από διαβρωτικούς και φθοροποιούς παράγοντες, τον ανάσχεση διαπιστωμένου μηχανισμού βλάβης. Οι εργασίες στοιχειώδους συντήρησης των τεχνικών περιγράφονται αναλυτικά στις «Οδηγίες Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμων, Τεύχος 1: Στοιχειώδης Συντήρηση», Απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Δ3β/156/10-Ω/30-06-2003. Οι πιθανές εργασίες τακτικής συντήρησης, αναφέρονται γενικά στα εγχειρίδια Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών, Αξιολόγησης Δομικής και Λειτουργικής Κατάστασης Γεφυρών και Οπτικής Επιθεώρησης Αξιολόγησης και Συντήρησης Αρμών Γεφυρών της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.

Στο πλαίσιο της λεπτομερούς επιθεώρησης της οδού, πραγματοποιείται στοιχειώδης οπτικός έλεγχος των στοιχείων των τεχνικών που είναι ορατά από την Εγνατία Οδό για τον εντοπισμό φθορών που ενέχουν άμεσο κίνδυνο για τα διερχόμενα οχήματα (αρμοί συστολής-διαστολής γεφυρών, καθίζηση μεταβατικών επιχωμάτων), ή επηρεάζουν την ασφάλεια και την λειτουργία των τεχνικών (προσκρούσεις οχημάτων, βουλωμένα φρεάτια, φθορά πεζοδρομίων, πλήρωση οχετών με φερτά, ρωγμές - υγρασία σηράγγων, πλήρωση βραχοπαγίδων κ.α.) και οι οποίες καταγράφονται στα σχετικά έντυπα φθορών της τεχνικής αστυνόμευσης. Ακόμα, η συχνότητα των οπτικών ελέγχων, καθώς και τα στοιχεία των τεχνικών που χρειάζονται τακτικό έλεγχο δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Στοιχεία επιθεώρησης γεφυρών κατά την εξαμηνιαία λεπτομερή επιθεώρηση

ΛΕΠΤΟΜΕΡΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΩΝ				
Στοιχείο Τεχνικού	Συχνότητα Επιθεώρησης	Θέσεις επιθεώρησης	Είδη Φθοράς	Άμεση Ενέργεια
Αρμοί	1φορά/εξάμηνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Αρμών	Φθορά μεταβατικών λωρίδων αρμού	Ανακατασκευή μετ. λωρίδας ή κάλυψη με ψυχρή άσφαλτο
			Φθορά ελαστομερούς επιφάνειας αρμού	Αναφορά Ψυχρός βουλκανισμός
			Φθορά/ απώλεια αγκύρωσης αρμού	Αναφορά Κλείσιμο λωρίδας
			Απώλεια τεμαχίου αρμού	Κλείσιμο λωρίδας/προσωρινή κάλυψη τεμαχίου με ψυχρή άσφαλτο
Τροχαυλάκωση οδοστρώματος	1φορά/ χρόνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Πριν και μετά την γέφυρα	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση Προειδοποιητική σήμανση
			Παντού	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση Προειδοποιητική σήμανση
Ρωγμές οδοστρώματος γεφυρών	1 φορά/χρόνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Διαμήκειες ρωγμές Εγκάρσιες ρωγμές	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση Σφράγιση με ασφαλτική μαστίχη ρωγμών
Πεζοδρόμια	1 φορά/χρόνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Επιφανειακή Αποφλοίωση σκυροδέματος	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση
			Εκτίναξη σκυροδέματος	
			Αστοχία αγκύρωσης στηθαίων	
Φρεάτια αποχέυσης καταστρώματος	Μετά από μεγάλη βροχόπτωση 1 φορά/ εξάμηνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Βούλωμα φρεατίων λόγω πλήρωσης με φερότα/ απορρίμματα	Εξβούλωμα – απόφραξη – αφαίρεση φερτών
			Αστοχία στεγάνωσης φρεατίων	
Προσκρούσεις κάτω παρειάς γεφυρών/ τελικής επένδυσης σηράγγων	1 φορά/χρόνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Απώλεια διατομής σκυροδέματος	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση
			Εκθεση ράβδων σπλισμού	
			Θραύση ράβδων σπλισμού	
Ακρόβαθρα/ Μεσόβαθρα Άνω Διαβάσεων	1φορά/χρόνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Φθορά βαφής	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση
			Επιφανειακή Αποφλοίωση σκυροδέματος	
			Ίχνη οξειδωσίας σπλισμού	
Κατακόρυφοι αγωγοί/ Συλλεκτήριοι αγωγοί Άνω & Κάτω Διαβάσεων	Μετά από μεγάλη βροχόπτωση 1 φορά/ εξάμηνο	Εγχειρίδιο Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών	Εκτίναξη σκυροδέματος	Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση
			Οξειδωσιολάβη σωλήνα Διαρροή σωλήνα	
Τελική επένδυση σηράγγων	1 φορά/χρόνο	Επιφάνεια σκυροδέματος τελικής επένδυσης σηράγγας	Ρωγμές εγκάρσιες/διαμήκειες. Περιοχές υγρασίας, διαρροής υπόγειων νερών. Εκτίναξεις, διογκώσεις, άλλες επιφ. φθορές σκυροδέματος	Κλείσιμο λωρίδας ή προειδοποιητική σήμανση Αναφορά για Ειδική Επιθεώρηση

Πίνακας 19: Στοιχεία επιθεώρησης γεφυρών κατά την εξαμηνιαία λεπτομερή επιθεώρηση

Πηγή: «Οδηγίες Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμων, Τεύχος 1: Στοιχειώδης Συντήρηση», Απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Δ3β/156/10-Ω/30-06-2003. Οι πιθανές εργασίες τακτικής συντήρησης, αναφέρονται γενικά στα εγχειρίδια Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών, Αξιολόγησης Δομικής και Λειτουργικής Κατάστασης Γεφυρών και Οπτικής Επιθεώρησης Αξιολόγησης και Συντήρησης Αρμών Γεφυρών της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε. https://egnatia.eu/wp-content/uploads/2020/04/02_5823_texper1.pdf

Παρακάτω αναφέρονται περιληπτικά μερικές από τις εργασίες συντήρησης που έχουν καθοριστεί από την Εγνατία Οδό.

Θα πρέπει να εκτελεστούν εργασίες αποκατάστασης του σκυροδέματος του φορέα, των ακροβάθρων και των βάθρων των γεφυρών που, είτε παρουσιάζουν κατά τη χρονική στιγμή σύνταξης της παρούσης, είτε πρόκειται να παρουσιάσουν στο άμεσο μέλλον φθορές στο σκυρόδεμα, τον χαλαρό οπλισμό ή και στον οπλισμό προέντασης όπου υπάρχει. Οι εργασίες κατά περίπτωση και έκταση φθοράς, είναι οι εξής:

1. Την εφαρμογή υδροβολής πολύ υψηλής πίεσεως (υδροκαθαίρεση) για την καθαίρεση τμημάτων επικάλυψης σκυροδέματος σαθρών μεν αλλά μεγάλης ακόμη συνάφειας, που απαιτούν μεγάλη δύναμη διάτρησης/κρούσης.
2. Την εφαρμογή υδροβολής υψηλής πίεσεως επί επιφανειών σκυροδέματος για τη διάνοιξη των πόρων του σκυροδέματος και για την καθαίρεση – απομάκρυνση πολύ σαθρών – ετοιμόρροπων τμημάτων επικάλυψης σκυροδέματος.
3. Την καθαίρεση τμημάτων σκυροδέματος με ιδιαίτερες απαιτήσεις ακριβείας και χρήση ειδικού εξοπλισμού αδιατάρακτης κοπής σκυροδέματος ή καθαίρεσης με χρήση μηχανικών μέσων (διάτρητικό – κρουστικό μηχάνημα κτλ).
4. Την εφαρμογή αναστολέα διάβρωσης σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, με επιφανειακή επάλειψη σκυροδέματος ή/και επιφάνειας καθαρισμένων από οξείδωση ράβδων οπλισμού.
5. Την εφαρμογή με χειρωνακτική τοποθέτηση ή με επιμελή εκτόξευση για την πλήρωση των τμημάτων επικάλυψης που έχουν καθαιρεθεί, σε βάθος από 1 έως 3cm με επισκευαστικό θιξοτροπικό κονίαμα υψηλής αντοχής και αμελητέας συρρίκνωσης,. Για μεγαλύτερα βάθη απαιτείται χρήση καλουπιού και χρήση – τοποθέτηση βλήτρων.
6. Την επάλειψη στεγανωτικού υλικού επί επιφανειών σκυροδέματος που έχουν καθαρισθεί και έχουν διανοίγει οι πόροι τους, που έχει σημαντική διεισδυτικότητα στην μάζα του σκυροδέματος.
7. Την προσθήκη πρόσμεικτου στεγανωτικού υλικού στο σκυρόδεμα.
8. Την αποκατάσταση ράβδων οπλισμού, με πλήρη αποκάλυψη , καθαρισμό περιμετρικά των προϊόντων οξείδωσης, βαφή με αναστολέα διάβρωσης, νέα επικάλυψη με χρήση θιξοτροπικού κονιάματος.
9. Την πλήρωση ρηγματώσεων εύρους μεγαλύτερου από 3,0 χιλιοστά με εποξειδικές ρητινένες αφού διανοίγουν τα χείλη της ρωγμής, σφραγισθούν με κονίαμα και τοποθετηθούν ακροφύσια ελέγχου και ρητινένες.

10. Την προστατευτική βαφή επιφανειών σκυροδέματος, σιλοξανικής/σιλανικής βάσεως διαπερατή από υδρατμούς και αδιαπέρατη από το νερό και το CO₂, κατά ΕΛΟΤ EN 1504-2 (υδροφοβισμός).
11. Την κατασκευή μανδύων από εκτοξευόμενο ή χυτό σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και μειωμένης συρρίκνωσης, προς ενίσχυση ή προστασία υφιστεμένων δομικών στοιχείων από σκυρόδεμα.

Ακόμη, πρέπει να εκτελεστούν εργασίες σφράγισης ρωγμών/ρηγματώσεων επί στοιχείων οπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος με στόχο την αποκατάστασή τους και την διασφάλιση της επιτελεστικότητας του στοιχείου που εμφανίζει αστοχία σε βάθος χρόνου, αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την διείσδυση παραγόντων που θα επιταχύνουν την οξείδωση του οπλισμού του στοιχείου, την περαιτέρω διάβρωση του σκυροδέματος και, κυρίως, την διασφάλιση της αντοχής του. Η πλήρωση ρηγματώσεων εύρους μεγαλύτερου από 0,3 χιλιοστά με εποξειδικές ρητινένες γίνεται αφού διανοίγουν τα χείλη της ρωγμής, σφραγισθούν με κονίαμα και τοποθετηθούν ακροφύσια ελέγχου και ρητινένες.

Οι εργασίες για την αποκατάσταση των αρμών αποσκοπούν στην προσωρινή τμηματική ή συνολική (σε όλο το μήκος τους) αποκατάσταση ελαστομεταλλικών αρμών συστολο-διαστολής του καταστρώματος των γεφυρών, από έγχυτο αρμό ασφαλικής βάσης, που αποτελείται από δέμα ασφαλικής μαστίχης με αδρανή, που σκυροδετούνται επί μεταλλικής λεπίδας ικανού πάχους, η οποία γεφυρώνει το διέκενο του αρμού. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνει την τμηματική ή συνολική αντικατάσταση ελαστομεταλλικών αρμών από αντίστοιχων προδιαγραφών (μήκους, πλάτους, πάχους, αριθμού και διαμέτρου αγκυρών) ελαστομεταλλικούς αρμούς. Κλείνοντας σε ορισμένες περιπτώσεις ενδείκνυται την αντικατάσταση από οδοντωτό μεταλλικό αρμό, όπου η τοποθέτηση του τελευταίου μπορεί να απαιτήσει μεγαλύτερο πλάτος και βάθος ανακατασκευές των βάσεων έδρασης και των μεταβατικών λωρίδων του νέου αρμού. Οι εργασίες είναι οι εξής:

1. προσωρινής επισκευής μεταβατικής λωρίδας αρμού
2. προσωρινής επισκευής φθοράς αγκύρωσης ελαστομεταλλικού αγκυρούμενου αρμού
3. προσωρινής αντικατάστασης τεμαχίου αρμού με ψυχρή αμμάσφαλο
4. αποκατάστασης μεταβατικής λωρίδας (με οπλισμό, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή),
5. επισκευής αγκυρόβιδων ελαστομεταλλικού αρμού
6. αντικατάστασης αγκυρόβιδων με αγκυρόβιδες από ανοξείδωτο χάλυβα,
7. αντικατάστασης ελαστομεταλλικού αρμού,

8. ανακατασκευής της βάσης έδρασης αρμού,
9. τοποθέτηση στεγανωτικής μεμβράνης στο διάκενο του αρμού για την άρση διαρροής όμβριων καταστρώματος διαμέσου του αρμού,
10. αφαίρεσης και επανατοποθέτησης ελαστομεταλλικού αρμού,
11. τοποθέτησης αποχέτευσης - απαγωγής υδάτων αρμών στον φυσικό αποδέκτη.
12. αντικατάσταση αρμού συστολοδιαστολής με οδοντωτό αρμό
13. προσωρινής αντικατάστασης αρμού από έγχυτο αρμό ασφαλικής μαστίχης

Οι εργασίες αποκατάστασης των εφεδράνων περιλαμβάνουν τις περιπτώσεις που έχουμε σημαντική βλάβη εφεδράνου, που αφορά πλήρη αποδιοργάνωση του ελαστομερούς ή/και μεταλλικού σώματός τους, μη προβλεπόμενες έντονες παραμορφώσεις/στροφές που επηρεάζουν δυσμενώς δομικά στοιχεία που εδράζονται σε αυτά, πλευρικές διογκώσεις στρώσεων μεγαλύτερες του 1cm, απώλεια συνάφειας/συνεργασίας στρώσεων ελαστομερούς, απαιτείται η ανύψωση του φορέα μετά από σχετική μελέτη για την αντικατάστασή τους με νέα εφέδρανα ίδιου τύπου. Στην περίπτωση αντικατάστασης με εφέδρανα άλλου τύπου ή άλλων διαστάσεων πάχους πρέπει να γίνεται μελέτη αναβάθμισης των εφεδράνων.

Κατά τη διάρκεια της ανύψωσης και εφ'όσον αναλόγως του τύπου των προς αντικατάσταση εφεδράνων, η ανύψωση είναι μεγαλύτερη του 1cm, απαιτείται ο αποκλεισμός κλάδου και η διπλοδρόμηση του άλλου κλάδου ή παράκαμψη του αποκλειόμενου κλάδου. Επιπλέον, γίνονται οι εργασίες καθαρισμού και αποκατάστασης των οξειδωμένων μεταλλικών τμημάτων των εφεδράνων (πλάκες αγκύρωσης, δοχείο εγκιβωτισμού, καθρέφτες ολίσθησης, άγκυρα και πάσσα κ.α.), με τον καθαρισμό τους από μάζα και άλλα υλικά που εμποδίζουν την πλήρη λειτουργία τους, και με την αφαίρεση προϊόντων οξείδωσης και την προστασία τους με αντιοξειδωτική βαφή τους. Επίσης, πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι εργασίες επισκευής των ελαστομερών επιφανειών των ελαστομερών εφεδράνων, όπως αστοχίες βουλκανισμού σκισίματα, απώλεια ελαστομερούς επικάλυψης, με καθαρισμό τους και με εφαρμογή νέας προστατευτικής επικάλυψής τους με ψυχρό βουλκανισμό.

Η αποκατάσταση στεγάνωσης του καταστρώματος περιλαμβάνει τις εξής εργασίες:

1. Εργασίες αποκατάστασης της στεγάνωσης του καταστρώματος το οποίο έχει αστοχήσει και επιτρέπει τη διαβροχή και τη διείσδυση όμβριων στο εσωτερικό του φορέα, με σκοπό την προστασία του δομικών στοιχείων των γεφυρών.
2. Τοποθέτηση νέας στεγάνωσης καταστρώματος μετά την απόξεση του υπάρχοντος οδοστρώματος και της παλαιάς στεγάνωσης, η οποία μπορεί να αποτελείται από ικανού πάχους και ικανού πλάτους αλληλοεπικάλυψης στεγανωτικές μεμβράνες ασφαλικής βάσης, ή από πολυουρεθανικής βάσης υγρή μεμβράνη
3. Τοποθέτηση μίας προστατευτικής της στεγανωτικής μεμβράνης στάσης αμμοσφέλτου πάχους έως 2 cm.

4. Τοποθέτηση νέας ασφαλτικής στρώσης καταστρώματος με χρήση κοινής ασφάλτου πάχους 5cm μετά την τοποθέτηση της νέας στεγάνωσης.
5. Τοποθέτηση νέας ασφαλτικής στρώσης με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου 5cm επάνω στη στρώση της κοινής ασφάλτου.
6. Τοποθέτηση νέας αντιολισθηρής ασφαλτικής στρώσης συμπυκνωμένου πάχους 0,04 m με χρήση τροποποιημένης ασφάλτου επάνω στη στρώση της τροποποιημένης ασφάλτου.

Πηγή: : «Οδηγίες Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμων, Τεύχος 1: Στοιχειώδης Συντήρηση», Απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Δ3β/156/10-Ω/30-06-2003. Οι πιθανές εργασίες τακτικής συντήρησης, αναφέρονται γενικά στα εγχειρίδια Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών, Αξιολόγησης Δομικής και Λειτουργικής Κατάστασης Γεφυρών και Οπτικής Επιθεώρησης Αξιολόγησης και Συντήρησης Αρμών Γεφυρών της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε. https://egnatia.eu/wp-content/uploads/2020/04/02_5823_texper1.pdf

8.2.4 Έλεγχος και Συντήρηση της Γέφυρας Π.ΒΕΝΕΤΙΚΟΥ

Παρακάτω αναφέρονται περιληπτικά οι εργασίες που περιλαμβάνουν τον έλεγχο και την συντήρηση της ποταμογέφυρα του Βενέτικου σύμφωνα με την τεχνική έκθεση του έργου.

Συγκεκριμένα, τα εφέδρανα των ακροβάθρων τοποθετούνται πάνω σε τάκους (pads). Υπάρχει ελεύθερη πρόσβασης στον τάκο των εφεδράνων από όλες τις πλευρές. Ο χώρος επιθεώρησης παρέχει επαρκή χώρο για την συντήρηση των εφεδράνων και την επιθεώρηση των αρμών.

Για την κιβωτοειδή διατομή η πρόσβαση εξασφαλίζεται μέσω μεταλλικής καταπακτής και εξασφαλίζεται σε όλο το μήκος της γέφυρας. Επίσης, η κιβωτοειδής διατομή έχει εξοπλισθεί με ηλεκτροφωτισμό και σωλήνες αερισμού με αποτέλεσμα οι αγκυρώσεις των τενόντων της κάτω πλάκας μπορούν να επιθεωρηθούν εύκολα.

Ακόμη, τα στόμια αποστράγγισης μπορούν να επιθεωρηθούν από την επιφάνεια του δρόμου. Ο συλλεκτήριος σωλήνας κάτω από το κατάστρωμα μπορεί να επιθεωρηθεί με χρήση πτυχωτής πλατφόρμας επιθεώρησης και επιπλέον έχει εφοδιασθεί με εξόδους με καπάκι κάθε 10 μέτρα για εύκολη αφαίρεση υλικού που μπορεί να τον μπλοκάρει.

Για την παρακολούθηση της κατασκευής μετά από σεισμό στην κορυφή και τη βάση των βάθρων τοποθετήθηκαν μετρητές παραμορφώσεων. Πιο αναλυτικά, οι συσκευές παρακολούθησης έχουν τοποθετηθεί σε κάθε γωνία των βάθρων και οι μετρητές παραμορφώσεων είναι συνδεδεμένοι μέσω καλώδιωσης σε κεντρική μονάδα που είναι στο εσωτερικό το βάθρου. Με αυτό τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης Monitor για την εξαγωγή των παραμορφώσεων στις ράβδους του οπλισμού.

Πηγή: Εγνατία Οδός

9.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με στόχο την εκμάθηση των μεθόδων κατασκευής γεφυρών και την εφαρμογή αυτών στα τεχνικά έργα. Πιο αναλυτικά, για την ομαλή κατανόηση των μεθόδων στην πράξη παρουσιάζεται και το παράδειγμα της γέφυρας του ποταμού Βενέτικου με την μέθοδο της προβολοδόμησης. Μέσα από αυτό το παράδειγμα μας δίνεται η δυνατότητα να αντιληφθούμε το πρακτικό κομμάτι εφαρμογής των μεθόδων και το πως κατασκευάζεται μία γέφυρα σε πραγματικό χρόνο.

Σύμφωνα με όσα αναφέραμε κυρίως στο δεύτερο κεφάλαιο για τις μεθόδους κατασκευής, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι από τις τέσσερις μεθόδους που αναλύσαμε, όλες είναι αξιόλογες, διαθέτουν θετικά και αρνητικά και τις εφαρμόζουμε ανάλογα με τις συνθήκες και τα προβλήματα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε εκείνη την στιγμή στο τεχνικό έργο.

Ανάλογα λοιπόν, με το κόστος, τον εξοπλισμό και το ανθρώπινο δυναμικό που διαθέτει η εκάστοτε εταιρεία, καθώς ακόμη και τα φυσικά εμπόδια που συναντά επιλέγουμε και την κατάλληλη μέθοδο κατασκευής της γέφυρας. Είναι ευρέως διαδεδομένο ότι η γεωγραφική θέση κάθε περιοχής και το φυσικό ανάγλυφο προϋποθέτουν διαβάσεις με υψηλές απαιτήσεις. Αυτές τις απαιτήσεις έρχονται να καλύψουν οι μηχανοποιημένες μέθοδοι κατασκευής των γεφυρών, οι οποίες ανταποκρίνονται στην ολοκλήρωση του έργου σε σύντομο χρονικό διάστημα που ορίζεται σε αυτά τα μεγάλα τεχνικά έργα με εγγύηση την ασφάλεια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ
- <https://egnatia.eu/>
- <http://egnatia-demo.gr.144-76-38-75.comitech.gr/to-ergo/h-egnatia-odos-stin-dytiki-makedonia/>
- <https://metesysm.gr/el/projects/road-viaducts-g2/>
- ΟΜΟΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ
- http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/BYMONTHLY_PUBLICATIONS/diminiaia_2004/trito_tefhos/EGNATIA_.pdf
- https://www.ggde.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=6133:%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%C2%AB%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B8%CE%B5%CF%8E%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%B3%CE%B5%CF%86%CF%85%CF%81%CF%8E%CE%BD-%CE%BA-%CE%B5-%CF%83%CF%85-%CE%B3%CE%B5-%C2%BB&Itemid=173
- Κ. Σπυράκος, "Συντήρηση και Επιδιόρθωση Γεφυρών, Νέες και Παλιές Γέφυρες - Λίθινες Γέφυρες", Ε.Ε.ΜΕ.Γ - Ημερίδα της 28ης Ιανουαρίου 2013, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα (2013).
- <http://www1.aegean.gr/gympeir/gefires.htm>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%AD%CF%86%CF%85%CF%81%CE%B1>
- https://hmn.wiki/el/Cantilever_bridge
- ΙΩΑΝΝΗΣ Ν. ΨΥΧΑΡΗΣ, «Διδακτικές Σημειώσεις για τα Ειδικά Θέματα Αντισεισμικής Τεχνολογίας: Αντισεισμικός Σχεδιασμός Γεφυρών», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2011.
- <https://www.kathimerini.gr/society/213691/gefyres-atlantes-stin-egnatia-odo/>
- ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΜΠΙΣΚΙΝΗΣ, «Διδακτικές Σημειώσεις για το μάθημα Ειδικά θέματα σκυροδέματος-Προεντεταμένο σκυρόδεμα», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Πάτρα.
- «Οδηγίες Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμων, Τεύχος 1: Στοιχειώδης Συντήρηση», Απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε Δ3β/156/10-Ω/30-06-2003. Οι πιθανές εργασίες τακτικής συντήρησης, αναφέρονται γενικά στα εγχειρίδια Οπτικής Επιθεώρησης Γεφυρών, Αξιολόγησης Δομικής και Λειτουργικής Κατάστασης Γεφυρών και Οπτικής Επιθεώρησης Αξιολόγησης και Συντήρησης Αρμών Γεφυρών της ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε. https://egnatia.eu/wp-content/uploads/2020/04/02_5823_texper1.pdf
- ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 8, ΜΙΧΑΗΛ Ν. ΦΑΡΔΗΣ, ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΚΟΛΙΑΣ, ΘΗΛΕΜΑΧΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΚΟΣ, ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΑΤΣΑΡΑΣ, ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΨΥΧΟΓΙΟΣ DENCO Σύμβουλοι Μηχανικοί Α.Ε.
- ggtyp09_05_30_omilia_yp_egnatia
- Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών Γενική Γραμματεία Υποδομών «Διαβούλευση του «Κανονισμού Επιθεώρησης και Συντήρησης Γεφυρών (Κ.Ε.ΣΥ.ΓΕ.)»». https://www.ggde.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=613

[3:%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B2%CE%BF%CF%8D%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%C2%AB%CE%BA%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%B8%CE%B5%CF%8E%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%B3%CE%B5%CF%86%CF%85%CF%81%CF%8E%CE%BD-%CE%BA-%CE%B5-%CF%83%CF%85-%CE%B3%CE%B5-%C2%BB&Itemid=173](#)

kanonismos_epitheorisis_syntirisis_gefyron.pdf