

ΣΥΜΜΙΚΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σ. Σταθόπουλος
Δρ. Πολ. Μηχανικός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πρόκειται για μία ταχύτατα εξελισσόμενη τεχνική, η οποία μπορεί να προσφέρει πολλά στον τομέα της γεφυροποιίας στην Ελλάδα.

Η εφαρμογή της μέχρι σήμερα περιοριζόταν πρακτικά μόνο στον τομέα των βιομηχανικών έργων (σε πολύ περιορισμένη κλίμακα), ενώ ήταν εξαιρετικά περιορισμένη στη γεφυροποιία (υπάρχουν μόνο τρεις γέφυρες της ΔΕΗ και η ήδη κατεδαφισμένη γέφυρα των παρακηφισίων οδών στο Ροσινιόλ) και στα οικοδομικά.

Την τελευταία διετία σχεδιάσθηκαν και ολοκληρώθηκαν (ή ολοκληρώνονται) 4 αξιόλογες σύμμικτες γέφυρες (οδογέφυρα Ποτειδαίας, οδογέφυρα Λ. Κύμης, Σ.Γ. πάνω από τον Κηφισό και οδογέφυρα Κηφισού).

Τα κύρια χαρακτηριστικά των γεφυρών αυτών παρουσιάζονται στην παρούσα ανακοίνωση.

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ / ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για τον σχεδιασμό των παραπάνω γεφυρών χρησιμοποιήθηκαν οι γερμανικοί κανονισμοί, συμπληρωμένοι από τις κατά καιρούς προσθήκες τους και συγκεκριμένα:

- Σχεδιασμός χαλυβδοκατασκευών DIN 18800-1/1981
- Οδηγίες για τη διαστασιολόγηση και εκτέλεση συμμίκτων δοκών (Μάρτιος 1981)
- Συμπληρωματικές διατάξεις των παραπάνω οδηγιών (1984, 1991, 1994, 1997, 1999)
- Έλεγχος χαλυβδοφύλλων σε λυγισμό DIN 4114, DAST 012
- Φορτίσεις γεφυρών DIN 1075, DS 804
- Αντισεισμικός σχεδιασμός E39/99
- Αντισκωριακή προστασία ISO EN 12944/98, ZTV-KOR-Stahlbauten

Ο μεγάλος αριθμός των συνεχών συμπληρωματικών διατάξεων των αρχικών οδηγιών και η υποκατάσταση ενός κανονισμού συμμίκτων γεφυρών με οδηγίες, υποδηλώνει την έλλειψη ολοκληρωμένης εμπειρίας στον τομέα αυτό.

Ελπίζεται ότι ο νέος γερμανικός κανονισμός DIN Fachberich 104 (βασιζόμενος στον EC 4, με ενσωματωμένη και τη γερμανική εμπειρία), αφιερωμένος αποκλειστικά στον τομέα των συμμίκτων

γεφυρών (ο οποίος εισάγεται στο άμεσο μέλλον και στη χώρα μας), θα καλύψει μονοσήμαντα όλα τα προβλήματα σχεδιασμού και κατασκευής.

Χρησιμοποιήθηκαν γενικά χάλυβες S355 (St 52-3), κατηγορίας J₂G₃, J_R, J₀ (EN 10025 "Hot rolled products on non alloy structural steels"), διατμητικοί ήλοι τύπου Nelson, προεντεταμένοι κοχλίες 10.9 και σκυρόδεμα B35 για την πλάκα καταστρώματος.

ΟΔΟΓΕΦΥΡΑ ΠΟΤΕΙΔΑΙΑΣ

Γενικά στοιχεία έργου

Η νέα γέφυρα Ποτεΐδαιας γεφυρώνει την ομώνυμη διώρυγα στην αρχή της χερσονήσου Κασσάνδρας. Είναι συνεχής, με συνολικό μήκος 165.50 m και τρία ανοίγματα (44.0 - 77.5 - 44.0). Εδράζεται επί βάθρων από οπλισμένο σκυρόδεμα θεμελιωμένων σε σειρά βαθιών έγχυτων φρεατοπασσάλων. Το κατάστρωμα της γέφυρας αποτελείται από μία σύμμικτη κατασκευή, με χαλυβδοδοκούς και πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα μονολιθικά συνδεδεμένη μέσω διατμητικών συνδέσμων.

Η κατασκευή του έργου διήρκεσε περί τους 12 μήνες συμπεριλαμβανομένης της εκπόνησης και έγκρισης της μελέτης και της κατασκευής των απαραίτητων προσβάσεων της γέφυρας. Είναι η πρώτη σύμμικτη γέφυρα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα με τη μέθοδο της προώθησης.

Κατάστρωμα

Το σύμμικτο κατάστρωμα της γέφυρας εδράζεται επί των βάθρων μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων.

Μορφώνεται με τρεις κύριες χαλύβδινες δοκούς διατομής διπλού ταν (I) σταθερού ύψους 2.40 m με μεταβλητά πλάτη άνω και κάτω πελμάτων ανάλογα με το τμήμα της (κεντρικό, πλαϊνά ανοίγματα) (Σχήμα 1). Η κάθε κύρια δοκός συντίθεται από 13 σπονδύλους ενωμένους με κοχλιωτές συνδέσεις. Οι κύριες δοκοί συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσια δικτυωτά ή ολόσωμα διαφράγματα, ενώ στο άνω πέλμα υπάρχουν αντιανέμιοι σύνδεσμοι, απαραίτητοι για την ευστάθεια του μεταλλικού φορέα κατά την ανέγερσή του.

Η πλάκα καταστρώματος, εξ οπλισμένου σκυροδέματος B35, πάχους 0.30 m, συνδέεται με τις χαλυβδοδοκούς μέσω διατμητικών ήλων τύπου Nelson.

Κατασκευή χαλυβδοδοκών

Οι χαλυβδοδοκοί μορφώθηκαν με ελάσματα συγκολλημένα εργοστασιακά με συνεχείς ηλεκτροραφές. Το πάχος των κορμών κυμαινόταν, ανάλογα προς τις απαιτήσεις της μελέτης, από 20 έως 25 mm. Αντίστοιχα οι διαστάσεις των πελμάτων κυμαίνονταν μεταξύ 750 × 25 έως 880 × 80 (άνω πέλμα) και 880 × 25 έως 880 × 80 (κάτω πέλμα).

Για λόγους μεταφοράς το μήκος των επιμέρους τμημάτων των δοκών δεν υπερέβαινε τα 13.2 m. Η αποκατάσταση της συνέχειας πραγματοποιήθηκε με προεντεταμένους κοχλίες 10.9.

Τα δευτερεύοντα στοιχεία του έργου (διαφράγματα, αντιανέμιοι) μορφώθηκαν με γωνιακά εμπορίου.

Τα επιμέρους στοιχεία προσυναρμολογήθηκαν στο εργοστάσιο παραγωγής και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργοτάξιο.

Εγκατάσταση φορέα

Λόγω της δυσκολίας πρόσβασης γερανών αλλά και του ύψους της κατασκευής επιλέχθηκε η μέθοδος εγκατάστασης του φορέα με προώθηση.

Ο φορέας συναρμολογήθηκε πίσω από το 1ο ακρόβαθρο επί προσωρινών βάσεων και κύλιστρων. Μετά το πέρας της συναρμολόγησης ενός αριθμού σπονδύλων, το σύνολο του συναρμολογημένου φορέα προωθείτο με κατεύθυνση προς το άλλο άκρο της γέφυρας.

Για την προώθηση χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικά κύλιστρα τοποθετημένα στα ακρόβαθρα και μεσόβαθρα. Τα κύλιστρα περιελάμβαναν και πλάγιους προφυλακτήρες - οδηγούς για την ευθυγράμμιση του φορέα κατά τη φάση της προώθησης. Το πίσω τμήμα του φορέα και συγκεκριμένα η κεντρική δοκός, ήταν συνδεδεμένο μέσω συρματοσχοίνου με βαρέως τύπου βαρούλκο (βίντσι), πακτωμένο σε κατάλληλη θέση μεταξύ του ακροβάθρου προώθησης και του πρώτου μεσοβάθρου. Πέραν του βασικού συστήματος έλξεως υπήρχε και ένα ανεξάρτητο εφεδρικό.

Για τη μείωση του εν προβόλου μήκους του φορέα κατά τη φάση της προώθησης τοποθετήθηκε στο πρόσθιο μέρος του φορέα μια ελαφρά, δικτυωτή μεταλλική κατασκευή (προωθητικό ρύγχος).

Στο κάθε στάδιο της προώθησης ο φορέας εδραζόταν στις δύο ακραίες δοκούς και σε τρία τουλάχιστον σημεία τους κατά μήκος.

Σε κάθε φάση προώθησης ελέγχονται:

- η ασφάλεια του συνόλου έναντι ανατροπής
- οι τάσεις του χάλυβα στις κρίσιμες διατομές
- το βέλος του προβόλου
- η ασφάλεια έναντι τοπικής σύνθλιψης του πέλματος πάνω από τα κύλιστρα
- η ασφάλεια έναντι τοπικού λυγισμού και κύρτωσης του κορμού των δοκών
- οι ηλεκτροκολλήσεις
- τα μέλη του συστήματος προώθησης (βαρούλκο, συρματοσχοίνα, κύλιστρα, προφυλακτήρες, οδηγοί κλπ.).

Η αλληλουχία των εργασιών ήταν η ακόλουθη:

- α) προετοιμασία χώρου συναρμολόγησης (τοποθέτηση κυλίστρων, πλαγίων οδηγών, βαρούλκων)
- β) συναρμολόγηση του προωθητικού ρύγχους και του 1ου σπονδύλου
- γ) πρώτη προώθηση του φορέα
- δ) συναρμολόγηση των υπολοίπων σπονδύλων και σταδιακή προώθηση (η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως ότου η άκρη του ρύγχους προσεγγίσει το δεξιό ακρόβαθρο)
- ε) συναρμολόγηση του οπίσθιου ρύγχους
- στ) ολοκλήρωση προώθησης
- ζ) αποσυναρμολόγηση προωθητικού και οπίσθιου ρύγχους, αφαίρεση στοιχείων έλξης (βαρούλκου και συρματοσχοίνων)
- η) προσωρινή υπερύψωση φορέα με γρύλλους στα βάθρα M1 και M2 για την ελευθέρωση των κυλίστρων
- θ) υποβιβασμός φορέα και έδραση επί των μόνιμων εφεδράνων.

Η διαδικασία της συναρμολόγησης και προώθησης στη τελική θέση του μεταλλικού φορέα διήρκεσε περί τις 90 ημερολογιακές ημέρες και περιέλαβε 7 επιμέρους προωθήσεις με μέγιστη διαδρομή 39.0 m. και στιγμιαία ταχύτητα περί το 1.0 m/min. Η μέγιστη οριζόντια δύναμη έλξης που ασκήθηκε από το βαρούλκο για την υπερνίκηση των τριβών ανήλθε σε ~5.5% του συνολικού βάρους του μεταλλικού φορέα.

Προς διευκόλυνση της κατασκευής ένα μέρος των προπλακών τοποθετήθηκε επί του φορέα και προωθήθηκε μαζί του.

Πλάκα κυκλοφορίας

Η πλάκα κυκλοφορίας, πάχους 0.30 m από σκυρόδεμα B35, μορφώθηκε με προκατασκευασμένες πλάκες πάχους 0.10 m και επί τόπου σκυρόδεμα πάχους 0.20 m. Οι πρόπλακες ήταν φέρουσες με ενσωματωμένο τον οπλισμό της τελικής πλάκας. Προ της τοποθέτησής τους είχαν δοκιμασθεί τόσο από πλευράς αντοχής όσο και παραμορφώσεων στο εργοτάξιο. Η συντήρηση του σκυροδέματος υπήρξε, λόγω και των μικρών θερμοκρασιών περιβάλλοντος, πολύ προσεκτική (θερμομόνωση, διατήρηση υγρασίας) και συστηματική. Μετά την ωρίμανση του σκυροδέματος δεν εντοπίστηκαν πουθενά ρωγμές.

Σύστημα βαφής

Το σύστημα βαφής προδιαγράφηκε από τον Κ.Ε. Ίσως και λόγω του θαλασσιού περιβάλλοντος ήταν ιδιαίτερα αυστηρό, εγγυώμενο διάρκεια ζωής 20 ετών. Εφαρμόστηκαν 4 στρώσης βαφής, συνολικού πάχους 550 μm, με ίνες γυαλιού (ανόργανος πυριτικός ψευδάργυρος, ενδιάμεσες εποξειδικές στρώσεις, εξωτερική στρώση πολυουραιθάνης).

Συντελεστές του έργου

Το έργο, που υπήρξε το πρώτο σύμμικτο που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα με τη μέθοδο της προώθησης, μελετήθηκε από τη ΔΟΜΗ Ο.Ε. (Ι. Μπαζός, Ι. Σπυρόπουλος) και ελέγχθηκε από το γραφείο Leonhardt, Andrä und Partner. Η κατασκευή έγινε από την εταιρεία ΑΚΤΩΡ Α.Ε. υπό τη διεύθυνση των συναδέλφων κ.κ. Α. Κερεστεντζή και Σ. Σωτηρόπουλου, Δρος Πολ. Μηχανικού. Η διοίκηση, διαχείριση και επίβλεψη του έργου έγινε από την ΕΟΑΕ.

ΔΙΔΥΜΗ ΟΔΟΓΕΦΥΡΑ Λ. ΚΥΜΗΣ

Γενικά στοιχεία έργου

Πρόκειται για μία δίδυμη οδική γέφυρα της Λ. Κύμης (προς το Ολυμπιακό Χωριό), που γεφυρώνει τον Κηφισό στην περιοχή της Κ. Κηφισιάς. Η γέφυρα είναι συνεχής, συνολικού μήκους 300 m, 6 ανοιγμάτων (40/50/60/60/50/40), δύο κλάδων. Το κατάστρωμά της είναι σύμμικτο, εδραζόμενο μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων πάνω σε κιβωτιοειδούς διατομής πυλώνες. Η θεμελίωση των πυλώνων γίνεται πάνω σε κεφαλοδέσμους και πασσάλους. Η εγκατάσταση του καταστρώματος γίνεται με τη μέθοδο της προώθησης.

Κατάστρωμα

Μορφώνεται με δύο κύριες χαλύβδινες δοκούς, διατομής διπλού ταυ (I), με κεκλιμένο ως κορμό προς την κατακόρυφο, συνδεόμενες μεταξύ τους με ολόσωμα ή δικτυωτά κατακόρυφα διαφράγματα και οριζόντιους συνδέσμους στο πάνω και το κάτω πέλμα (Σχήμα 2).

Η πλάκα καταστρώματος, μεταβλητού πάχους $0.32 \div 0.47$, μορφώνεται με οπλισμένο σκυρόδεμα Β35· συνδέεται με τις χαλυβδοδοκούς μέσω διατμητικών ήλων τύπου Nelson τοποθετημένων εντός διατμητικών φωλιών κατά μήκος της γέφυρας.

Το συνολικό ύψος της διατομής, περιλαμβανομένων των ασφαλικών στρώσεων, ανέρχεται σε 3.10 m.

Κατασκευή χαλυβδοδοκών

Οι χαλυβδοδοκοί μορφώθηκαν με φύλλα συγκολλημένα εργοστασιακά με συνεχείς ηλεκτρορραφές. Το πάχος των κορμών κυμαινόταν, ανάλογα προς τις απαιτήσεις της μελέτης, από 20 έως 27 mm. Αντίστοιχα οι διαστάσεις των πελμάτων κυμαίνονταν μεταξύ 850×27 και 850×99 (άνω πέλμα) ή 900×40 και 900×90 (κάτω πέλμα).

Για λόγους μεταφοράς το μήκος των επιμέρους τμημάτων των δοκών δεν υπερέβαινε τα 13.5 m. Η αποκατάσταση της συνέχειας πραγματοποιήθηκε με προεντεταμένους κοχλίες 10.9.

Τα δευτερεύοντα στοιχεία του έργου (διαφράγματα, αντιανέμοιοι) μορφώθηκαν με γωνιακά εμπορίου.

Τα επιμέρους στοιχεία προσυναρμολογήθηκαν στο εργοστάσιο παραγωγής και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργοτάξιο.

Εγκατάσταση φορέα

Λόγω των δυσχερειών πρόσβασης και του ύψους της κατασκευής επιλέχθηκε η μέθοδος της προώθησης του φορέα.

Η διαδικασία προώθησης ήταν παρόμοια με αυτή της Ποτείδαιας.

Μετά την ολοκλήρωση της προώθησης και την απομάκρυνσή των προσωρινών εφεδράνων ο φορέας υποβιβάστηκε σταδιακά κατά 60 cm, εδραζόμενος στα μόνιμα εφέδρανα· ταυτόχρονα περιστράφηκε ελαφρά περί τον διαμήκη άξονα ώστε να δοθεί η επίκλιση 2.5% του καταστρώματος.

Η συνήθης ταχύτητα προώθησης ανήλθε σε $12 \div 13$ m/h και το μέσο μήκος προώθησης σε 50 m.

Πλάκα κυκλοφορίας

Η πλάκα κυκλοφορίας, πάχους 0.32 m έως 0.47 m, B35, μορφώθηκε στο μεγαλύτερο μέρος του έργου με πρόπλακες μεταβλητού πάχους 0.12 έως 0.27 m.

Οι πρόπλακες έφεραν ανοίγματα (διατμητικές φωλιές), στα οποία συγκεντρώνονταν οι διατμητικοί ήλοι.

Οι ακραίες περιοχές της γέφυρας μορφώθηκαν με επί τόπου σκυρόδεμα. Πάνω στις πρόπλακες διαστρώθηκε μία στρώση σκυροδέματος πάχους 0.20 m.

Ως προς τη συντήρηση του σκυροδέματος ισχύουν τα αναφερθέντα και για τη γέφυρα Ποτείδαιας.

Σύστημα βαφής

Το σύστημα βαφής προδιαγράφηκε από τον Κ.Ε. Εφαρμόστηκαν 3 στρώσεις βαφής (δύο στρώσεις εποξειδικές και μία πολυουραιθανική), συνολικού πάχους 240 μm.

Συντελεστές του έργου

Το έργο μελετήθηκε από τη ΔΟΜΗ Ο.Ε. (Κ. Φάρρος, Χ. Κανδύλας, Δ. Ψαρόγιαννης) και ελέγχθηκε από το γραφείο Leonhardt, Andrä und Partner και το ΥΠΕΧΩΔΕ (ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ, Ν. Μουζάκης). Η κατασκευή έγινε από την εταιρεία ΑΚΤΩΡ Α.Ε. υπό τη διεύθυνση των συναδέλφων κ.κ. Χ. Λιάπτη, Κ. Τσούτσουρα και Ρ. Καννελέα. Η διοίκηση, διαχείριση και επίβλεψη του έργου έγινε από την ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ (επιβλέπων κ. Β. Κώνστας).

ΓΕΦΥΡΑ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΚΗΦΙΣΣΟΥ

Γενικά στοιχεία του έργου

Πρόκειται για μία γέφυρα μήκους ~1400 m, θεωρητικού ανοίγματος 32.90, πάνω από τον Κηφισσό, που μορφώνει τον φορέα της ομώνυμης αρτηρίας.

Η γέφυρα μορφώθηκε ως σύμμικτη για λόγους ταχύτητας κατασκευής και μείωσης των νεκρών βαρών.

Συνοπτική περιγραφή του έργου

Η όλη γέφυρα των 1400 m υποδιαιρέθηκε σε 18 υπογέφυρες, με μέγιστο μήκος υπογέφυρας ~100 m. Κάθε υπογέφυρα μορφώθηκε με δύο προεντεταμένες κύριες δοκούς, παράλληλες προς τον Κηφισσό στις δύο όχθες του, εγκάρσιες χαλυβδοδοκούς ανά ~2.50 m και πλάκα κυκλοφορίας επί τύπου σκυροδετούμενη, ενεργού πάχους 0.20 m (Σχήμα 3).

Η "τυπική" υπογέφυρα είχε τρία ανοίγματα των 25.0 m, γεφυρούμενα με τις κύριες διαμήκεις προεντεταμένες δοκούς διαστάσεων 2.05 × 2.00, από σκυρόδεμα B35, εδραζόμενες πάνω σε ελαστομεταλλικά εφένδρανα. Η αποκατάσταση της συνέχειας μεταξύ των εγκαρσίων χαλυβδοδοκών και των διαμήκων προεντεταμένων επετεύχθη με προεντεταμένες αγκυρόβιδες κατηγορίας 10.9 και αναμονές. Λόγω των δυσκολιών σκυροδέτησης εφαρμόστηκε ειδικά στον κόμβο λεπτοσκυρόδεμα B45.

Η προένταση των Κ.Δ. υλοποιείται με 4 τένοντες 19T15. Ο χαλαρός οπλισμός αποτελείται κυρίως από ράβδους Ø32, Ø28 και Ø25. Ο οπλισμός έχει σχεδιασθεί κατά τρόπο επιδεχόμενο σε σημαντικό βαθμό προκατασκευή του και τοποθέτησή του με γερανό.

Η πλάκα κυκλοφορίας μορφώνεται με σκυρόδεμα B35 ωφελίμου πάχους 20 cm, σκυροδετούμενη επί τραπεζοειδών φύλλων εδραζομένων αμφιέριστα επί των χαλυβδοδοκών.

Η σύνδεση της πλάκας κυκλοφορίας με το μεταλλικό φορέα επιτυγχάνεται μέσω διατμητικών ήλων τύπου Nelson Ø22/200 τοποθετημένων στο άνω πέλμα των μεταλλικών διαδοκίδων.

Για την εξασφάλιση της χωρικής ευστάθειας του συστήματος στη φάση σκυροδέτησης διατάχθηκαν στο πάνω πέλμα 4 αντιανέμοι σύνδεσμοι και διαμήκεις αποστάτες, παράλληλοι προς τις κύριες δοκούς.

Κατασκευή

Οι χαλυβδοδοκοί μορφώθηκαν με φύλλα συγκολλημένα εργοστασιακά με συνεχείς ηλεκτρορραφές. Το πάχος των κορμών κυμαινόταν, ανάλογα προς τις απαιτήσεις της μελέτης, από 16 έως 20 mm. Οι διαστάσεις των πελμάτων ήταν σταθερές 600 × 40 καθ' όλο το μήκος τους.

Όπου η διαμόρφωση του εργοταξιακού χώρου το επέτρεπε, οι δοκοί μορφώθηκαν ενιαίες μήκους ~30 m. Στα τμήματα, όπου οι κυκλοφοριακές συνθήκες ήταν δυσμενείς, κάθε δοκός υποδιαιρέθηκε σε 3 τμήματα, κοχλιούμενα μεταξύ τους με προεντεταμένους κοχλίες 10.9.

Τα δευτερεύοντα στοιχεία του έργου (διαφράγματα, αντιανέμιοι) μορφώθηκαν με γωνιακά εμπορίου.

Οι παράλληλες προς τον Κηφισσό προεντεταμένες κύριες δοκοί σκυροδετήθηκαν επί συμβατικών κριωμάτων· μέχρι τη σύνδεσή τους με τις εγκάρσιες χαλυβοδοκούς παγιώθηκαν έναντι ανατροπής με τάκους.

Οι χαλυβοδοκοί τοποθετήθηκαν σε ένα τμήμα του έργου με γερανό και στο υπόλοιπο με γερανογέφυρα κινούμενη στο άνω πέλμα των κυρίων δοκών.

Σύστημα βαφής

Το σύστημα βαφής προδιαγράφηκε από τον Κ.Ε. Το συνολικό πάχος ορίστηκε κατ' ελάχιστο σε 435 μm, σε 4 στρώσεις (τρεις εποξειδικής βάσης στρώσεις 75/150/150 και μία επιδερμική πολυουραιθανικής βάσης 60 μm).

Συντελεστές του έργου

Η μελέτη του έργου εκπονήθηκε από τη ΔΟΜΗ Ο.Ε. (Χ. Κανδύλας, Δ. Ψαρόγιαννης, Κ. Σταθόπουλος, Σ. Βλάχος, Β. Πέτσας) και ελέγχθηκε από το γραφείο Schmitt, Stumpf und Frühauf και το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. (ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ, κ. Λεβογιάννης). Η κατασκευή του έργου έγινε από τις εταιρείες ΕΥΚΛΕΙΔΗΣ Α.Ε. και ΒΙΟΤΕΡ Α.Ε. υπό τη διεύθυνση των συναδέλφων κ.κ. Τ. Κακκάβα, Θ. Μέγγουλη, Ν. Κουταβά, Ε. Λιάκου. Η διοίκηση, διαχείριση και επίβλεψη του έργου έγινε από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. (ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ, επιβλέποντες κ.κ. Ι. Γέρουλας και Β. Κώνστας).

Σ.Γ. ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΡΕΝΤΗ

Γενικά στοιχεία έργου

Πρόκειται για μία δίδυμη Σ.Γ. στον Αγ. Ιωάννη Ρέντη, πάνω από τον Κηφισσό, την Λεωφόρο Κηφισσού και το τοπικό οδικό δίκτυο. Η γέφυρα συνολικού μήκους 436 m, υποδιαιρείται σε 4 ανεξάρτητες μεταξύ τους υπογέφυρες (118/115/79/78 m). Το κατάστρωμα της γέφυρας είναι σύμμικτο, εδραζόμενο μέσω σταθερών ή ολισθαινόντων εφεδράνων εγκιβωτισμένου ελαστικού (pot bearings) επί ολοσώμων κυκλικών υποστυλωμάτων. Η θεμελίωση των υποστυλωμάτων γίνεται πάνω σε κεφαλοδέσμους και πασσάλους. Η εγκατάσταση του καταστρώματος έγινε με γερανούς.

Κατάστρωμα

Το συνολικό πλάτος του καταστρώματος είναι 21.60 m (10.70 m ανά κλάδο με διάκενο 0.20 m μεταξύ τους), μικτού ύψους 3.10 m. Η διατομή μορφώνεται σύμμικτη με δύο χαλυβοδοκούς, σχήματος I, ύψους 1.90 m τοποθετούμενες σε απόσταση 5.00 m μεταξύ τους, συνδεδεμένες με οριζόντιους συνδέσμους στο άνω και κάτω πέλμα καθώς και με δικτυωτά διαφράγματα ανά 5.0 m

και ολόσωμα πάνω από τις στηρίξεις. Η πλάκα κυκλοφορίας μορφώνεται από σκυρόδεμα B35, μέσο πάχος $d \approx 0.34$ m συνδεδεμένη με τις χαλυβδοδοκούς μέσω διατμητικών βλήτρων τύπου Nelson, διατεταγμένων σ' όλο το μήκος των δοκών (Σχήμα 4)

Η έδραση του φορέα επί των βάθρων πραγματοποιείται με εφέδρανα εγκιβωτισμένου ελαστικού (pot bearings), με δέσμευση της μετακίνησης κατά την εγκάρσια διεύθυνση. Κατά τη διαμήκη διεύθυνση ορισμένα εξ αυτών είναι σταθερά και μεταβιβάζουν το σύνολο των οριζοντίων δράσεων στην υποδομή με ταυτόχρονη λειτουργία τους ως ενεργών σεισμικών συνδέσμων, ενώ άλλα εξ αυτών έχουν τη δυνατότητα ολίσθησης.

Κατασκευή χαλυβδοδοκών

Οι χαλυβδοδοκοί μορφώθηκαν με φύλλα συγκολλημένα εργοστασιακά με συνεχείς ηλεκτρορραφές. Το πάχος των κορμών κυμαινόταν, ανάλογα προς τις απαιτήσεις της μελέτης, από 20 έως 32 mm. Αντίστοιχα οι διαστάσεις των πελμάτων κυμαίνονταν μεταξύ 400×30 και 900×80 (άνω πέλμα) ή 750×55 έως 1000×100 (κάτω πέλμα)

Για λόγους μεταφοράς το μήκος των επιμέρους τμημάτων των δοκών δεν υπερέβαινε τα 21.0 m. Η αποκατάσταση της συνέχειας πραγματοποιήθηκε με προεντεταμένους κοχλίες 10.9.

Τα δευτερεύοντα στοιχεία του έργου (διαφράγματα, αντιανέμοι) μορφώθηκαν με γωνιακά εμπορίου.

Τα επιμέρους στοιχεία προσυναρμολογήθηκαν στο εργοστάσιο παραγωγής και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργοτάξιο. Η εγκατάσταση των χαλυβδοδοκών έγινε με γερανό.

Πλάκα κυκλοφορίας

Η πλάκα κυκλοφορίας είχε ελαφρά μεταβλητό πάχος, κατ' ελάχιστο 0.30 m. Σκυροδετήθηκε επί τόπου· σ' ένα τμήμα του έργου χρησιμοποιήθηκε αναρτημένο προωθούμενο φορείο και στο υπόλοιπο συμβατικός ξυλότυπος επί κριωμάτων. Το σκυρόδεμα ήταν κατηγορίας B35. Ως προς τη συντήρηση του σκυροδέματος ισχύουν τα αναφερθέντα και για τη γέφυρα Ποτειδαίας.

Σύστημα βαφής

Το σύστημα βαφής προδιαγράφηκε από τον Κ.Ε. Εφαρμόστηκαν 3 στρώσεις βαφής (δύο στρώσεις εποξειδικές και μία πολυουραιθανική), συνολικού πάχους 295 μ m.

Συντελεστές του έργου

Το έργο μελετήθηκε από τη ΔΟΜΗ Ο.Ε. (Α. Καννελόπουλος, Χ. Κανδύλας, Ζ. Μουρούτης, Δ. Ψαρόγιαννης) και ελέγχθηκε από το γραφείο Leonhardt, Andrä und Partner και το ΥΠΕΧΩΔΕ (ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ, Ν. Μουζάκης). Η κατασκευή έγινε από την εταιρεία ΑΚΤΩΡ Α.Ε. υπό τη διεύθυνση των συναδέλφων κ.κ. Α. Κερεστεντζή και Μ. Ισακίδη. Η διοίκηση, διαχείριση και επίβλεψη του έργου έγινε από την ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ (επιβλέπων κ. Κ. Κωνσταντόπουλος).

ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι εμπειρίες και τα συμπεράσματα από την κατασκευή των παραπάνω γεφυρών μπορούν επιγραμματικά να συνοψισθούν στα εξής:

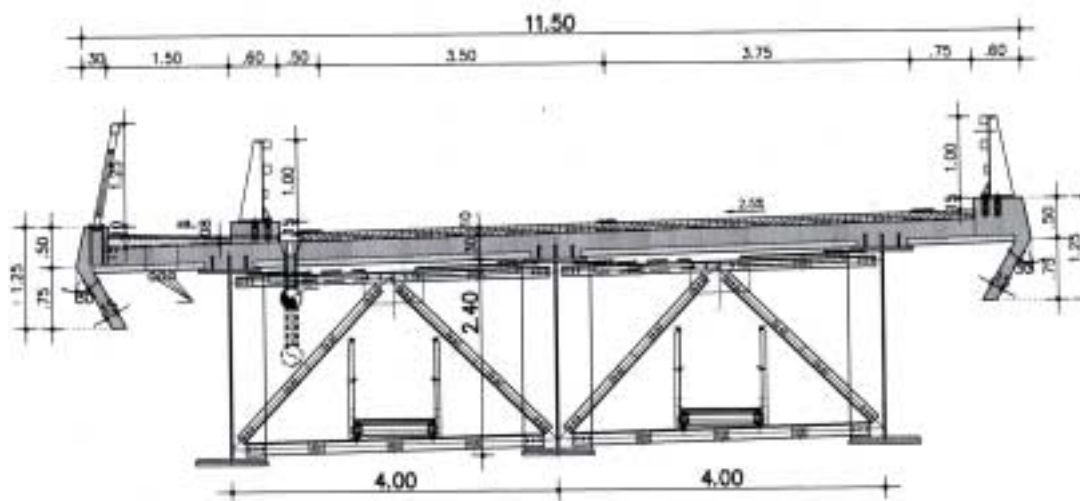
- Από πλευράς κόστους, ο σύμμικτος φορέας είναι γενικά ακριβότερος από τον εκ σκυροδέματος. Η τιμή του εξαρτάται έντονα από την τιμή του χάλυβα και αισθητά από το σύστημα βαφής και την τοποθέτηση.
- Από πλευράς χρόνου κατασκευής, υπερτερεί σημαντικά έναντι φορέων εκ σκυροδέματος και επηρεάζεται πολύ λιγότερο από τις καιρικές συνθήκες.
- Από πλευράς νεκρού βάρους, είναι αισθητά χαμηλότερος, στην τάξη του $50 \div 60\%$ των αντιστοίχων από σκυρόδεμα. Κατά συνέπεια και οι σεισμικές δυνάμεις, οι οποίες επεμβαίνουν έντονα στη διαστασιολόγηση της υποδομής, είναι σημαντικά μικρότερες.
- Από αισθητικής πλευράς, ο σύμμικτος φορέας, χωρίς να έχει την πλαστικότητα του εκ σκυροδέματος, είναι απόλυτα αποδεκτός.
- Από πλευράς συντήρησης, οπωσδήποτε μειονεκτεί, όχι όμως όπως στο παρελθόν λόγω της εξέλιξης των βαφών.
- Η ανάπτυξη των μεταφορών και το άνοιγμα των συνόρων διευκολύνουν τη συνεργασία με οίκους του εξωτερικού και πιέζουν για τη μείωση των τιμών εφαρμογής.

Συμπερασματικά, ο σύμμικτος φορέας χωρίς να αποτελεί πανάκεια, μπορεί να δώσει πολύ καλές λύσεις υπό ορισμένες προϋποθέσεις και πρέπει να αναπτυχθεί ευρύτερα και στη χώρα μας.

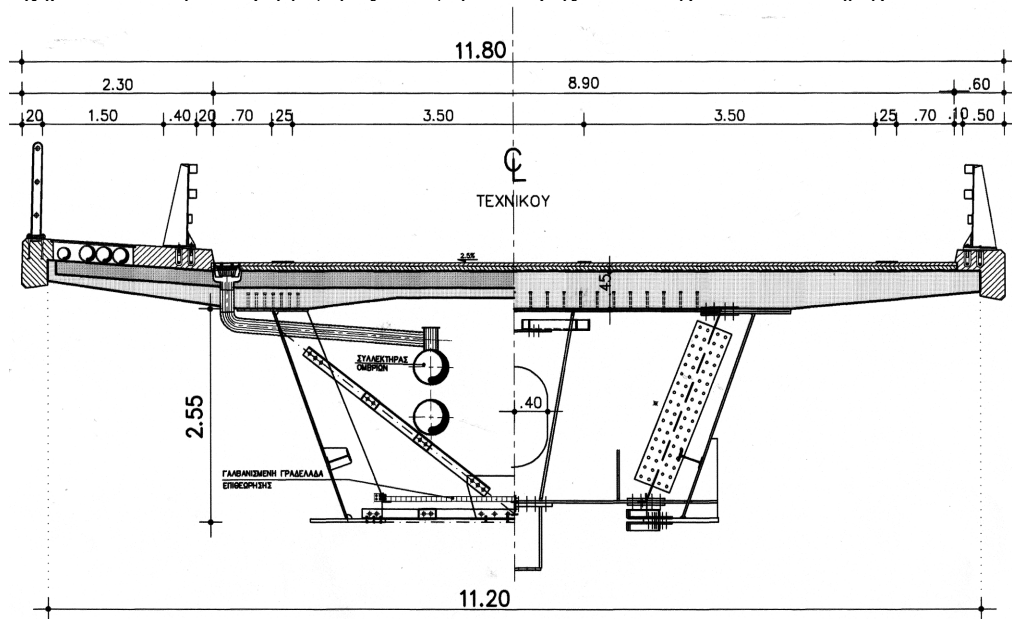
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Εκφράζονται θερμές ευχαριστίες προς όλους τους συντελεστές των παραπάνω έργων. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται προς τον συνάδελφο κ. Α. Καραμάνο για τη συνεργασία του.

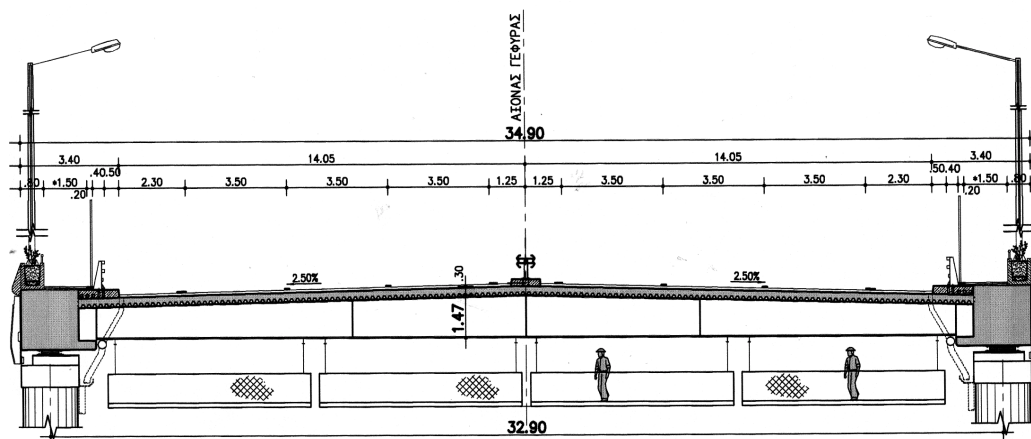
Σχήμα 1. Τυπική διατομή γέφυρας Ποτείδαιας



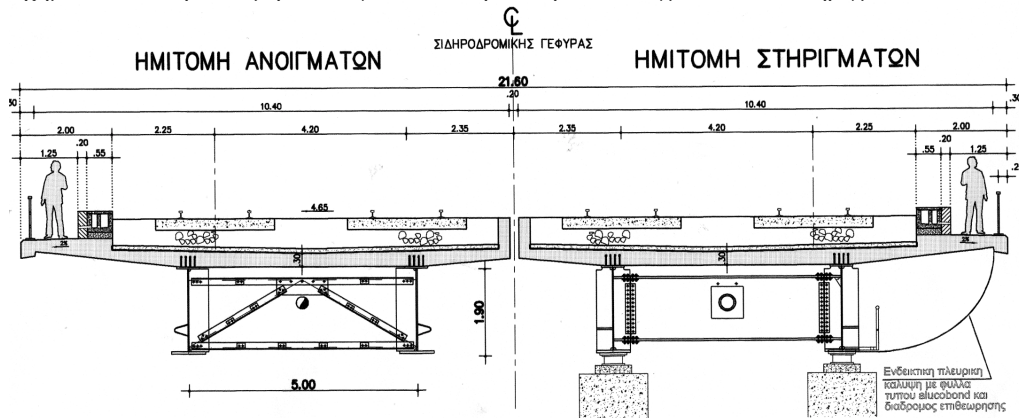
Σχήμα 2. Τυπική διατομή γέφυρας Λεωφόρου Κύμης στο άνοιγμα και στο στήριγμα



Σχήμα 3. Τυπική διατομή οδογέφυρας Λεωφόρου Κηφισού



Σχήμα 4. Τυπική διατομή Σ.Γ. Αγίου Ιωάννη Ρέντη στο άνοιγμα και στο στήριγμα



Φωτογραφία 5. Φορέας γέφυρας Ποτειδαιας μετά το πέρας της 5ης προώθησης



Φωτογραφία 6. Γενική άποψη φορέα Λ. Κύμης σε φάση προώθησης. Διακρίνεται μέρος των προκατασκευασμένων δοκών, τοποθετημένων ήδη επί του προωθούμενου φορέα.

