

## Συμβατική και εναλλακτική αντιμετώπιση καμπύλης γέφυρας μεγάλου μήκους με καινοτόμες επιλογές υπέρ της αισθητικής, της οικονομίας και της κατασκευασιμότητας

**Παναγιώτης Παντίδης**

Υποψήφιος διδάκτορας University of Massachusetts, Amherst, USA, ppantidis@umass.edu

**Ηλίας Παπαδόπουλος**

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., ipapadopoulos@metesysm.gr

**Μιχαήλ Τσιτότας**

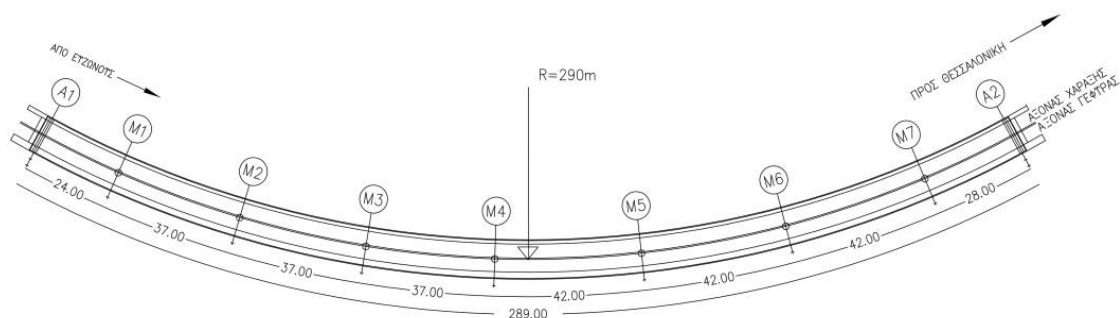
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., mihail.t.2011@gmail.com

**Ιωάννης Τέγος**

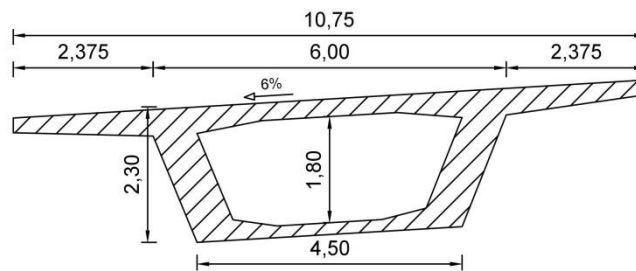
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr

### Εκτενής περίληψη

Ένα από τα πλέον ενδιαφέροντα ζητήματα του επαγγέλματος του Πολιτικού Μηχανικού, είναι η επινόηση ρηξικέλευθων λύσεων σε προβλήματα που αντιμετωπίζονται με συμβατικό τρόπο. Αναφορικά με τη Γεφυροποιία, το δεύτερο τη τάξει κλάδο σε επενδυτική δραστηριότητα, αλλά τον πρώτο σε δυσκολία αντιμετώπισης, τα πεδία στα οποία ο μελετητής καλείται να εμβαθύνει συνεπώς, αναζητώντας καινοτόμες λύσεις, είναι αυτά που έχουν σχέση με την κατασκευαστική διαδικασία, την οικονομία, την αισθητική, και τη λειτουργικότητα των γεφυρών. Με αυτές τις ιδιότητες ασχολείται και προσπαθεί να βελτιώσει η παρούσα εργασία, χρησιμοποιώντας ως γέφυρα αναφοράς μια καμπύλη σε κάτοψη γέφυρα μεγάλου μήκους του οδικού άξονα Π.Α.Θ.Ε. στο υποτυμήμα Α/Κ Αξιού – τέλος Α/Κ Αγ. Αθανασίου (Σχ. 1). Το συνολικό μήκος της γέφυρας είναι 289.0m ( $=24.0+3 \times 37+3 \times 42.0+28.0$ ), και η διατομή (σταθερή) μονοκυβελικού κιβωτίου, συνολικού ύψους 2.30m (Σχ. 2). Οριζοντιογραφικά η γέφυρα βρίσκεται σε τόξο κύκλου με ακτίνα 290.0m. Η γέφυρα μελετήθηκε από την εταιρεία ΜΕΤΕ ΣΥΣΜ – ΑΕ με το πρόγραμμα ανάλυσης SOFiSTiK. Η λογική του φορέα είναι των “ημιενιαίων” (halb- ή semiintegralen) γεφυρών με μονολιθική σύνδεση της ανωδομής με τα κεντρικά μεσόβαθρα Μ2 έως και Μ6, ενώ στα ακραία μεσόβαθρα Μ1 και Μ7, όπως και στα ακρόβαθρα προβλέπονται εφέδρανα και αρμοί (στα ακρόβαθρα).



Σχ. 1 Κάτοψη γέφυρας T17



Σχ. 2 Τυπική διατομή ανοίγματος γέφυρας T17

Ως γνωστόν, οι γέφυρες με καμπύλη κάτοψη συμπεριφέρονται καλύτερα συγκριτικά με μια αντίστοιχη ευθύγραμμη, αναφορικά με τους καταναγκασμούς λόγω θερμοκρασίας και συστολής ξήρανσης. Ακόμη και μια μικρή καμπυλότητα είναι δυνατόν να μειώσει τις αναπτυσσόμενες λειτουργικές καταπονήσεις από καταναγκασμό σε ένα κλάσμα των αντίστοιχων της ευθύγραμμης. Επίσης, η δέσμευση στα άκρα καμπύλων γεφυρών, απομειώνει τις αναπτυσσόμενες μετακινήσεις και ως εκ τούτου τα εντατικά μεγέθη καταναγκασμών στα μεσόβαθρα (Pötzl and Schlaich 1996). Φορείς με καμπύλη κάτοψη προσφέρονται ιδιαίτερα για την εφαρμογή μονολιθικών συστημάτων σε μεγάλα μήκη, επειδή σε αυτούς μπορεί να αποφευχθούν οι αναγκαστικές μεταβολές του μήκους με εκτροπή προς την ακτινική κατεύθυνση.

Πρώτος στόχος της εργασίας είναι η προσομοίωση και επαλήθευση της μελέτης που εφαρμόστηκε, μέσω του προγράμματος SAP2000 (Computers and Structures Inc 2014). Για την εξακρίβωση της ύπαρξης ισοδύναμου με τον αρχικό φορέα, πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω έλεγχοι σε κρίσιμα σημεία του φορέα και σύγκριση με τα αποτελέσματα του αρχικού φορέα: α) Σύγκριση των ιδιομορφών και των ιδιοπεριόδων των φορέων, β) Έλεγχος απόθλιψης και γ) Έλεγχος περιορισμού θλιπτικών τάσεων σκυροδέματος.

Σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται το εφικτό της πραγμάτωσης μιας εναλλακτικής λύσης φέροντος οργανισμού, ο οποίος διαφέρει ουσιαδώς από εκείνον της λύσης που εφαρμόστηκε. Ως βασικές διαφορές αναφέρονται:

α) Η μεταβλητότητα των διατομών του φορέα (Σχ. 3, Σχ. 4)

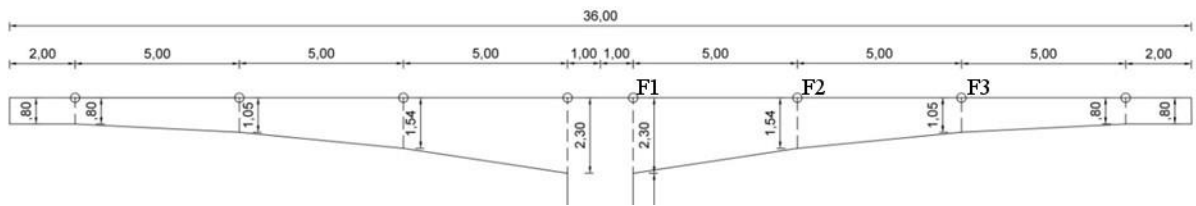
β) Η πλήρης μονολιθικοποίηση του συστήματος

γ) Η απλοποίηση της κατασκευαστικής διαδικασίας

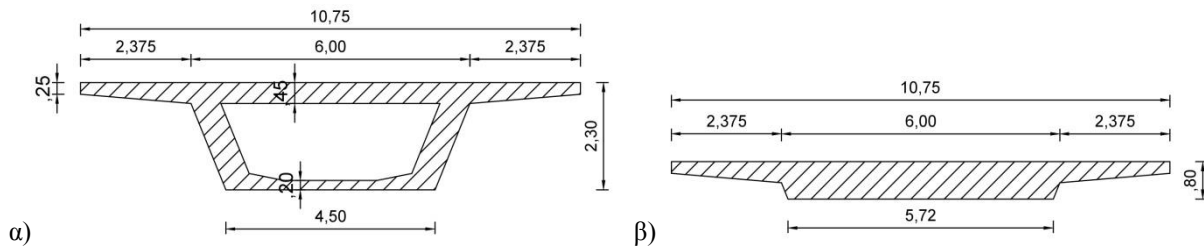
δ) Η πάκτωση του φορέα στα άκρα του με ένα καινοτόμο τύπο ακροβάθρου (Σχ. 5)

ε) Η εφαρμογή ενός καινοτόμου τρόπου όπλισης, ο οποίος συνίσταται στην αξιοποίηση της ευθύγραμμης προέντασης στις περιοχές των στηρίξεων του φορέα, όπως γίνεται στην προβολοδόμηση, σε συνδυασμό με την αξιοποίηση συμβατικά όπλισμένου σκυροδέματος στα ανοίγματα του φορέα.

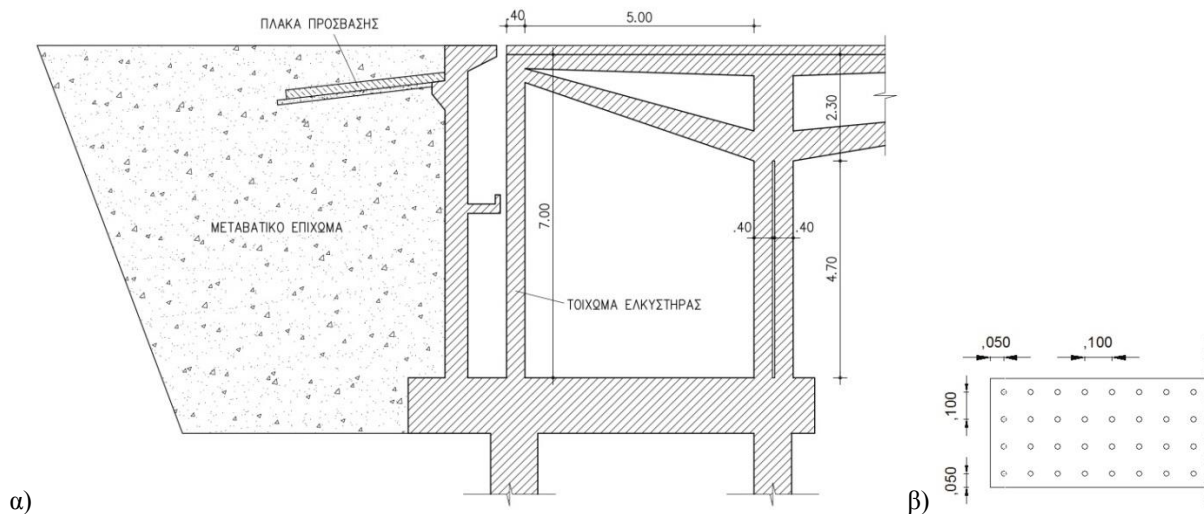
Οι ανωτέρω διαφοροποιήσεις έγιναν με κίνητρο αφενός τη βελτίωση της αισθητικής του έργου και αφετέρου την εκμετάλλευση της εν κατόψει καμπυλότητας στην αντιμετώπιση των αναπόφευκτων καταναγκασμών που προέρχονται από τη μονολιθικότητα. Λόγω του μεγάλου μήκους του μονολιθικού φορέα, η κύρια απαίτηση είναι να τον διασφαλίσουμε έναντι των λειτουργικών απαιτήσεων που προκύπτουν. Όσον αφορά τις σεισμικές απαιτήσεις, αυτές δεν είναι κρίσιμες καθώς η μονολιθικότητα αποτελεί έναν πολύ ισχυρό σύμμαχο, οπότε στα πλαίσια της παρούσας δεν πραγματοποιείται αντισεισμικός έλεγχος. Βεβαίως δεν πρέπει να αγνοούνται και οι ευνοϊκές επιπτώσεις στην οικονομικότητα και κατασκευασσιμότητα του έργου.



Σχ. 3 Μεταβολή διατομών ισοστατικών υποφορέων T



Σχ. 4 Διατομές εναλλακτικού φορέα: α) στήριξη – αρχή σπονδύλου 1 (F1) και β) άνοιγμα (F4)



Σχ. 5 α) Προτεινόμενη διαμόρφωση ακροβάθρων και β) Διάταξη οπλισμού ελκυστήρα

Από τους σχετικούς ελέγχους προέκυψε ότι είναι εφικτή η κατασκευή αυτής της αισθητικά αναβαθμισμένης γέφυρας με ανοίγματα της τάξεως των 36.0μ., με χρήση ευθύγραμμων τενόντων στην περιοχή των στηρίξεων εξασφαλίζοντας στις περιοχές αυτές το αρηγμάτωτο της διατομής. Επιπλέον, αποφεύγεται η χρήση καμπύλων τενόντων στο κάτω πέλμα στα ανοίγματα και των ανεπιθύμητων δυνάμεων εκτροπής, με τη χρήση συμβατικά οπλισμένου σκυροδέματος με λογικά και εφικτά κατασκευαστικά ποσοστά όπλισης, ενώ επιβεβαιώθηκε η επιτυχής λειτουργία του καινοτόμου ακροβάθρου, αναφορικά με την μείωση των ροπών ανοίγματος. Η λύση προκύπτει οικονομικότερη λόγω έλλειψης εφεδράνων, περιορισμού των τενόντων και εξοικονόμησης σκυροδέματος. Αντίστοιχες επιλογές αφορούν όλες τις χυτές επί τόπου γέφυρες, όπου οι απαιτήσεις χάραξης το επιτρέπουν.

### Βιβλιογραφία

Pötzl M. and Schlaich J (1996), "Robust Concrete Bridges without Bearings and Joints", *Structural Engineering International*, Vol. 6, No. 4, November 1996, pp. 266-268(3).