

## Διαβάσεις Αμέσου Συναρμολογήσεως (ΔΙ.Α.Σ.) System of Fast Bridge Construction (ZEUS)

Αλέξανδρος ΜΑΝΤΖΑΡΗΣ<sup>1</sup>, Γιάννης ΜΑΝΤΖΑΡΗΣ<sup>2</sup>,  
Γεωργία ΤΣΙΜΠΟΥΚΑΚΗ<sup>3</sup>

*Λέξεις κλειδιά: Γέφυρες, Τόξο του Οδυσσέα,, Προκατασκευή, Προένταση, Σύμμεικτος Φορέας*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ :** Το σύστημα ΔΙ.Α.Σ. είναι ένα νέο σύστημα κατασκευής γεφυρών, με το οποίο μπορούν να κατασκευαστούν ταχύτατα γέφυρες ανοιγμάτων μέχρι 25.00m. Αποτελείται από τα εξής στοιχεία προκατασκευής:

- α. Προκατασκευασμένα βάθρα με διπλό τοίχωμα σκυροδέματος συνδεδεμένα με μεταλλικό δικτύωμα μεταξύ τους.
  - β. Δοκούς σύμμεικτες ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ (τύπος Ι)
- Οι φάσεις κατασκευής μιας γέφυρας με το σύστημα ΔΙ.Α.Σ. είναι:
- α. Εκσκαφή θεμελίων– εξομαλυντική στρώση σκυροδέματος.
  - β. Σιδέρωμα των πελμάτων θεμελίωσης.
  - γ. Τοποθέτηση προκατασκευασμένων βάθρων.
  - δ. Σκυροδέτηση πελμάτων και εσωτερικού κενού μεταξύ των τοιχωμάτων του βάθρου.
  - ε. Τοποθέτηση δοκών ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ.
  - στ. Σιδέρωμα και σκυροδέτηση του καταστρώματος.
- Με το ως άνω σύστημα η γέφυρα είναι έτοιμη σε λίγες ημέρες.

**ABSTRACT :** System ZEUS is a new and fast construction system, suitable for bridges up to 25.00m. This systems consists of the following precast elements:

- a. Precast concrete piers, consisting of two walls connected with a steel truss
  - b. Composite ARCULYS beams (type I)
- The construction sequence of a bridge using the ZEUS system is the following:
- a. Excavation, pouring of mass concrete
  - b. Foundation reinforcement
  - c. Placement of double-wall piers
  - d. Concreting of piers and foundation
  - e. Erection of ARCULYS beams
  - f. Reinforcement and concreting of deck
- Using this system, the bridge is ready for circulation in a few days.

<sup>1</sup> Πολιτικός Μηχανικός MSc Imperial College, email: alekmangr@yahoo.gr

<sup>2</sup> Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, IMTA Paris, email: imant@tee.gr

<sup>3</sup> Πολιτικός Μηχανικός ΠΠ, Msc ΕΜΠ, email: georgiatsimp@teemail.gr

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 'Σύστημα ΔΙ.Α.Σ.' βασίζεται στη δοκό 'ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ'. Εφαρμόζεται σε οδικές και σιδηροδρομικές γέφυρες με μικρά και μεσαία ανοίγματα (6.00 έως 25.00 m) και το στατικό σύστημα στην τελική φάση λειτουργεί ως πλαίσιο.

Το σύστημα ΔΙ.Α.Σ. είναι βιομηχανικό προϊόν και χαρακτηριστικά του συστήματος είναι:

### α. Τυποποίηση μελέτης:

Έχουν μελετηθεί σε στάδιο προμελέτης, όλα τα ανοίγματα από 6.00m έως 25.00m ανά 2.50m και όλα τα ύψη από 5.00m έως 15.00m ανά 2.50m. Το πλάτος της γέφυρας δεν αποτελεί πρόβλημα, διότι η μελέτη προσαρμόζεται πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε πλάτος. Το σύστημα είναι δυνατόν να εφαρμοστεί και για λοξές γέφυρες και για γέφυρες υπό καμπύλη.

Έχουν προβλεφθεί 2 τύποι θεμελίωσης.

- Επιφανειακή θεμελίωση με  $\sigma_{εδ}=0.20\text{MPa}$  που περιλαμβάνει την μεγάλη πλειονότητα των εδαφών. Σε περίπτωση εδάφους με διαφορετική αντοχή, οι υπολογισμοί προσαρμόζονται εύκολα.
- Θεμελίωση επί πασσάλων. Η θεμελίωση προσαρμόζεται στα δεδομένα της γεωτεχνικής μελέτης.

### β. Τυποποιημένα στοιχεία εργοστασίου (βάθρα, στύλοι, πτερυγότοιχοι, φορέας):

Έτοιμα στο εργοστάσιο ή που παράγονται σε λίγες μέρες. Χαρακτηριστικό είναι ότι δεν υπάρχει καλούπωμα επί τόπου του έργου και η συναρμολόγηση, ο πρόσθετος οπλισμός και η σκυροδέτηση, γίνονται σε ελάχιστες μέρες. (Συνήθως 2 έως 3 ημέρες).

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει από πλευράς κυρίου του έργου να είναι διαθέσιμα:

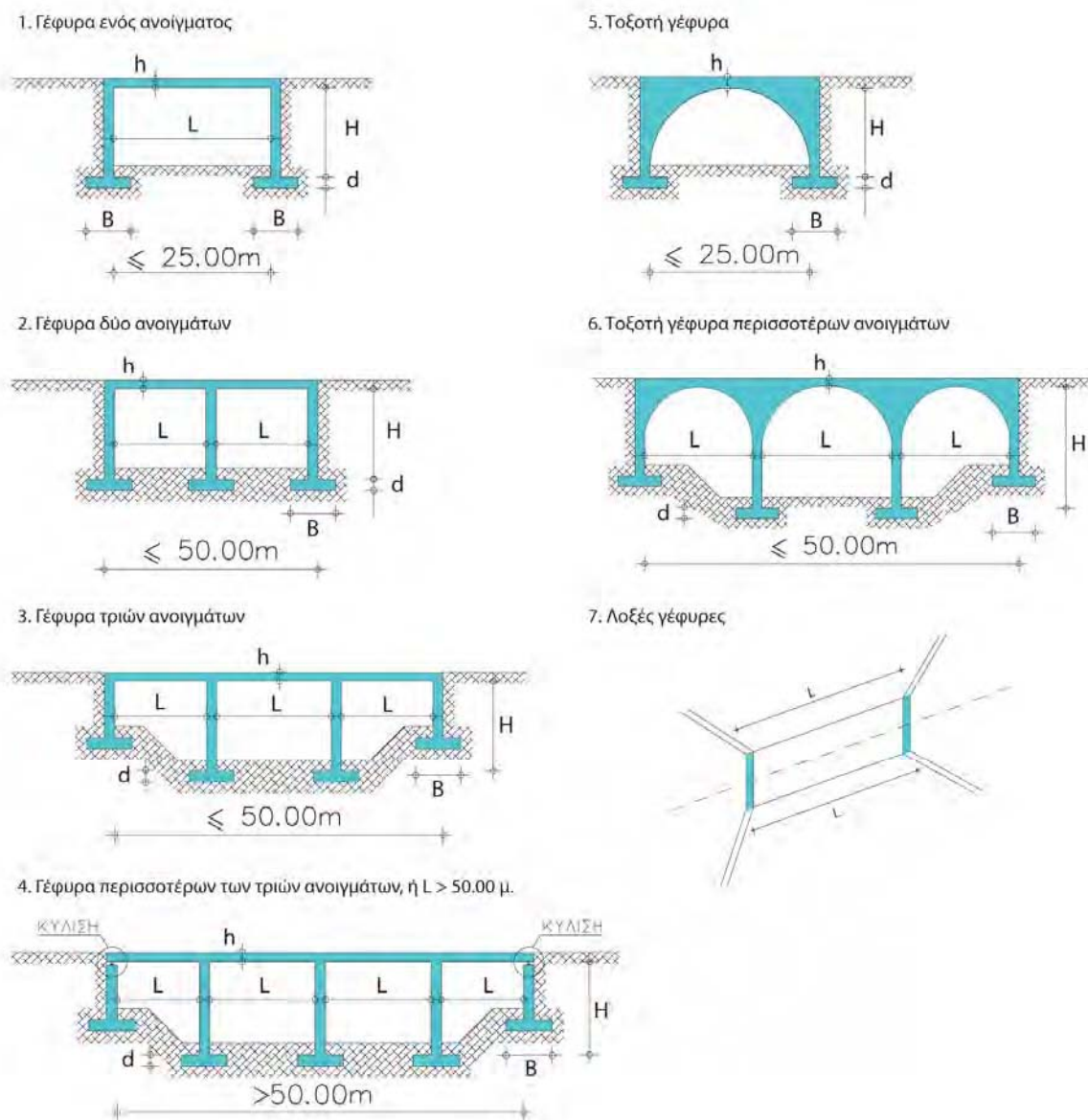
- Γεωτεχνική μελέτη.
- Οριζοντιογραφία – κάτοψη – τομή του εδάφους και υπόδειξη της θέσης της γέφυρας.
- Περιβαλλοντική μελέτη.
- Υδραυλική μελέτη, όταν πρόκειται για ποτάμι.

Εφ' όσον υπάρχουν τα ανωτέρω στοιχεία, η γέφυρα μπορεί να είναι έτοιμη για λειτουργία σε ένα μήνα περίπου ή και λιγότερο αν χρειαστεί.

## ΤΥΠΟΙ ΓΕΦΥΡΩΝ 'ΔΙ.Α.Σ.'

Με το σύστημα ΔΙ.Α.Σ. μπορούν να κατασκευαστούν γέφυρες ενιαίου ανοίγματος  $L \leq 25.00\text{m}$ , με ύψος από το θεμέλιο  $H \leq 15.00\text{m}$  και με πλάτος χωρίς δέσμευση.

Τύποι γεφυρών που μπορούν να κατασκευαστούν με το σύστημα ΔΙ.Α.Σ. φαίνονται στο **Σχήμα 1**. (ο κατάλογος δεν είναι περιοριστικός)

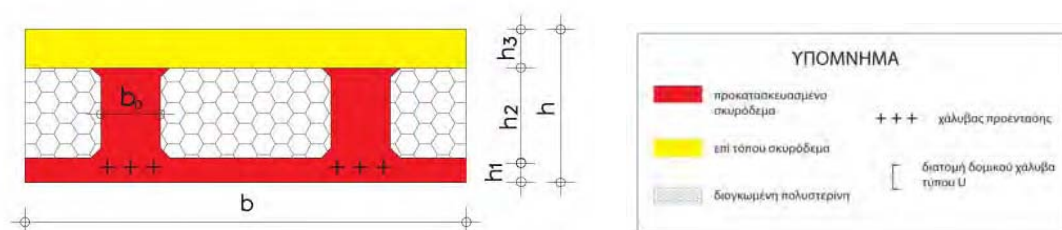


**Σχήμα 1.** Τύποι γεφυρών ΔΙ.Α.Σ.

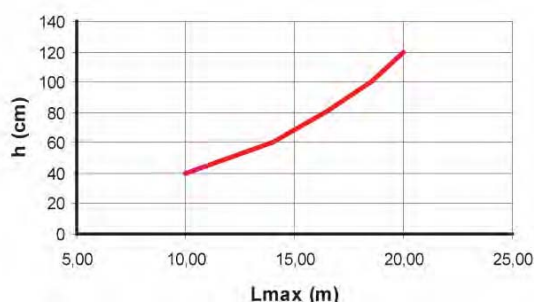
## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ ‘ΔΙ.Α.Σ.’

### 1. Πλάκες $\perp\perp$ προεντεταμένες

Είναι πρόπλακες, σχήματος ανεστραμμένου διπλού ταυ ( $\perp\perp$ ), οι οποίες συμπληρώνονται με επί τόπου σκυρόδεμα, και τελικώς σχηματίζουν ορθογωνική διατομή με κενά. Έχει το πλεονέκτημα του μικρού αρχικού βάρους, της δυνατότητας πάκτωσης ή συνέχειας και της πλήρους εγκάρσιας συνεργασίας για την εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας των πλακών μεταξύ τους. (Σχήμα 2)




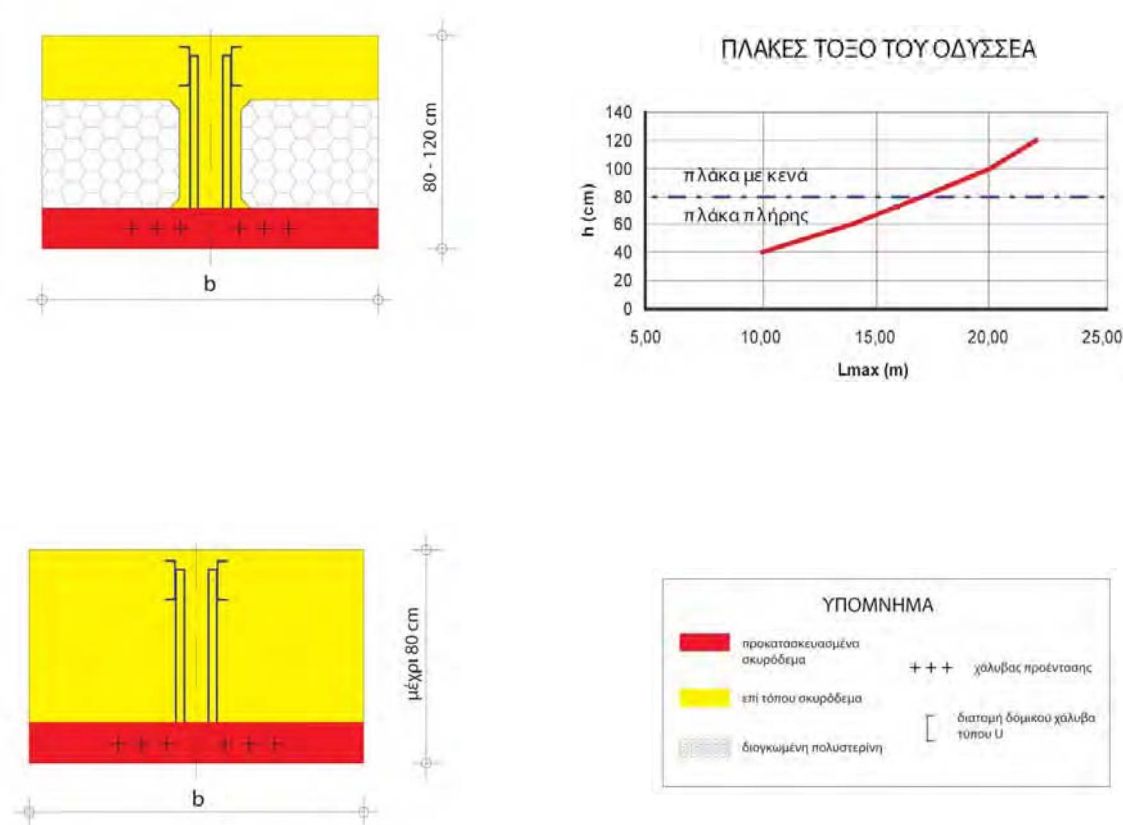
### ΠΛΑΚΕΣ $\perp\perp$



Σχήμα 2. Πλάκα  $\perp\perp$  - Διατομή και προδιαστασιολόγηση για γέφυρες σύμφωνα με τον EC-1

## 2. Πλάκες ‘ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ’

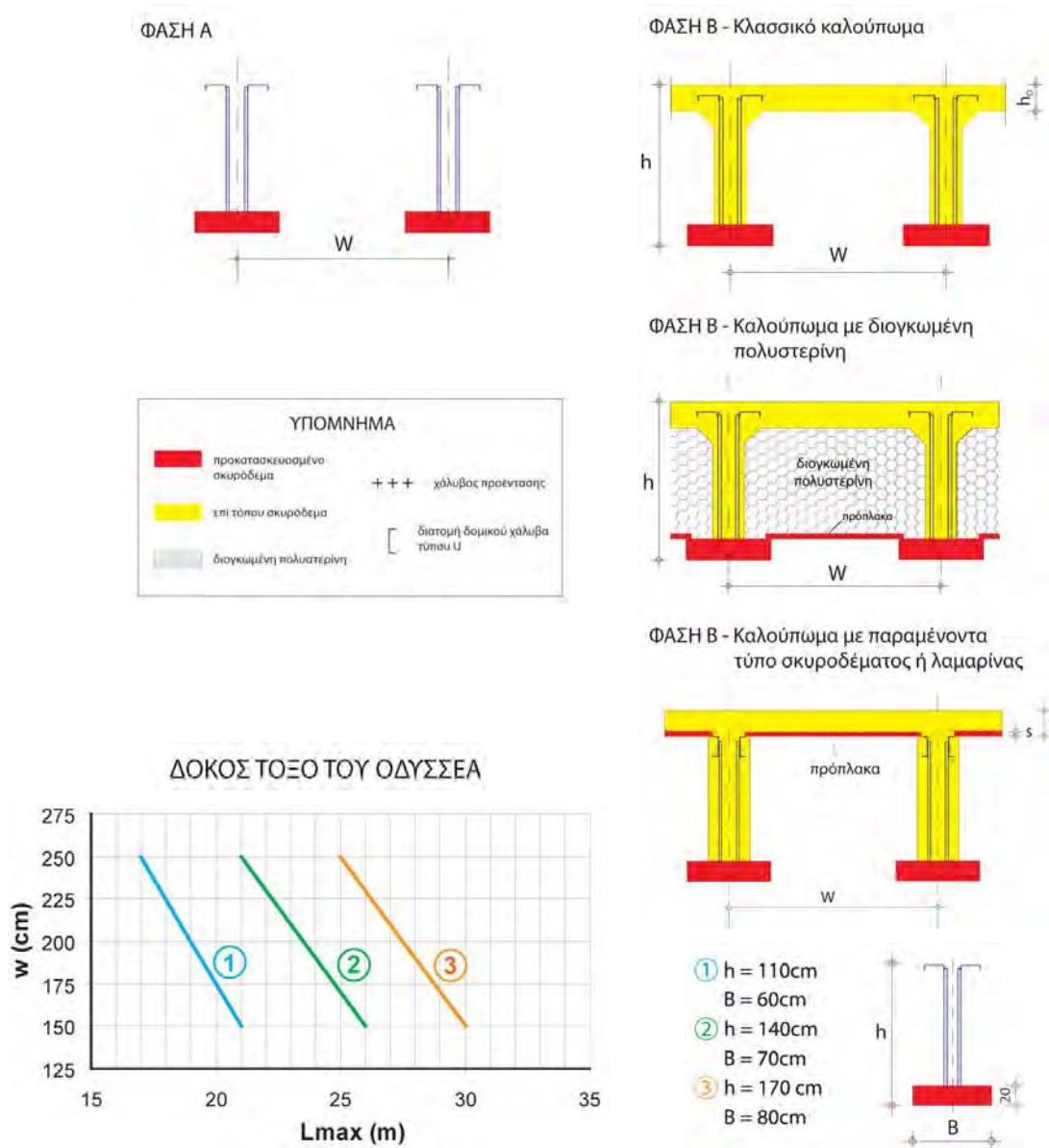
Είναι πρόπλακες προεντεταμένες με κορμό και άνω πέλμα από μεταλλική κατασκευή. Μετά την τοποθέτησή τους, συμπληρώνονται με διογκωμένη πολυστερίνη και επί τόπου σκυρόδεμα ή μόνο με σκυρόδεμα. Έχει τα ίδια πλεονεκτήματα με τις πλάκες , αλλά έχει δυνατότητες για μεγαλύτερα ανοίγματα. (Σχήμα 3)



**Σχήμα 3.** Πλάκες ‘ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ’ – Διατομή και προδιαστασιολόγηση για γέφυρες σύμφωνα με τον EC-1

### 3. Δοκοί 'ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ'

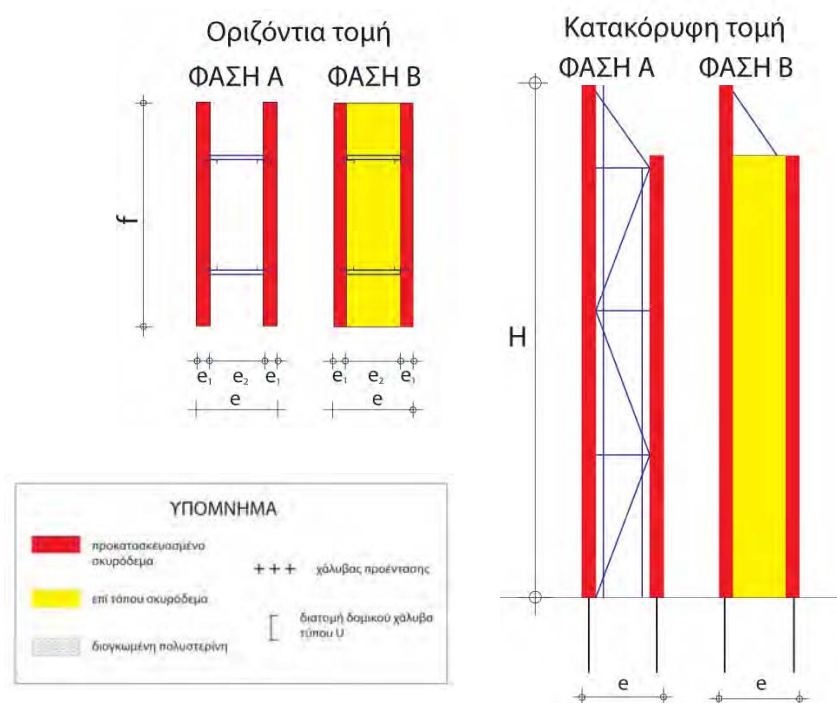
Στην α' φάση είναι δοκοί 'ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ' και στη β' φάση μπορούν να γίνουν δοκοί 'ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ' τύπου Ι, ΙΙ ή ΙΙΙ, οπότε και σχηματίζεται η πλακοδοκός. (Μάντζαρης 2003, Μάντζαρης 2005, Μάντζαρης 2008). Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνονται διάφορες περιπτώσεις πλακοδοκών 'ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ'. (Σχήμα 4)



**Σχήμα 4.** Πλακοδοκός 'ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ' – Διατομές και προδιαστασιολόγηση για γέφυρες σύμφωνα με τον EC-1

#### 4. Δίδυμοι τοίχοι βάθρων

Είναι διπλοί τοίχοι σκυροδέματος, ελαχίστου πάχους 12cm έκαστος, και πλάτους 2.50m. Το ύψος περιορίζεται από το βάρος και το μήκος, γι' αυτό και συνήθως δεν ξεπερνά τα 12.00m. Οι διπλοί τοίχοι συνδέονται με μεταλλικό δικτύωμα από την παραγωγή τους, και συνήθως εμπεριέχουν το σύνολο του απαιτούμενου οπλισμού, ώστε ο επί τόπου πρόσθετος οπλισμός να απαιτείται μόνο για την εγκάρσια σύνδεση των τοίχων μεταξύ τους. Το συνολικό πάχος του τοίχου (τα 2 τμήματα του σκυροδέματος μαζί με το κενό που γεμίζει με σκυρόδεμα επί τόπου) ποικίλει από 1.00m έως 1.50m ή και περισσότερο, αναλόγως των απαιτήσεων της στατικής μελέτης. (Σχήμα 5)



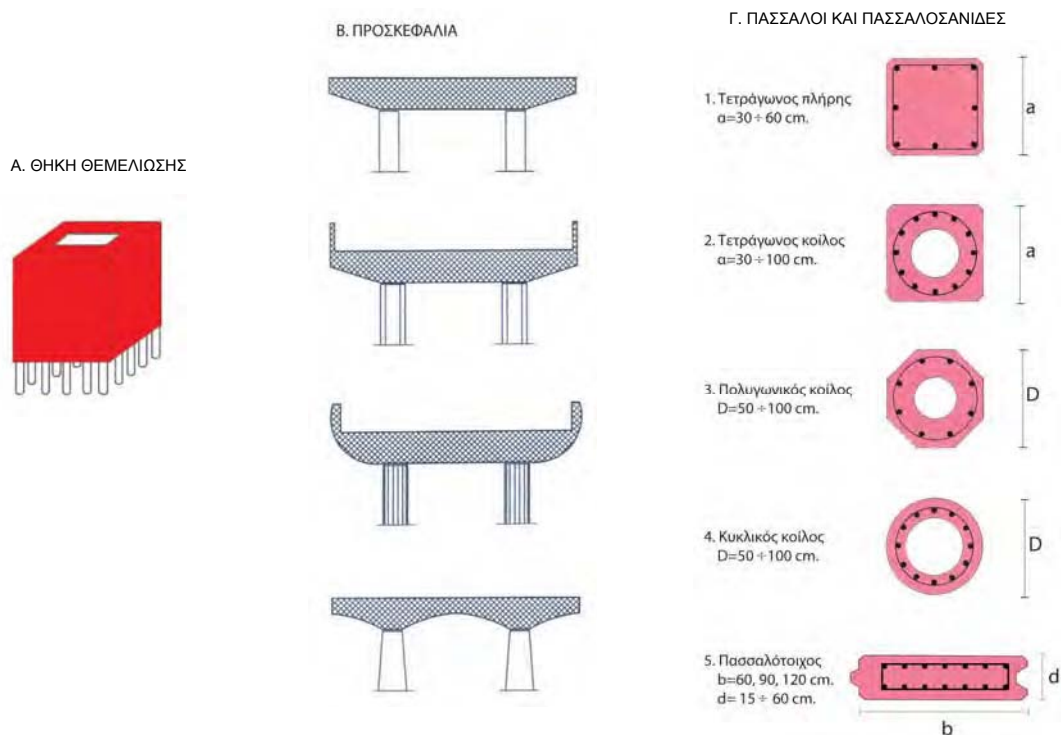
Σχήμα 5. Δίδυμοι τοίχοι βάθρων

## 5. Άλλα στοιχεία

Τα υπόλοιπα προκατασκευασμένα στοιχεία είναι:

- Στύλοι μεσοβάθρων
- Προσκεφάλια (για περιπτώσεις περισσότερων ανοιγμάτων)
- Πρόπλακες
- Πάσσαλοι και πασσαλοσανίδες
- Θήκες θεμελίωσης

Τα στοιχεία αυτά φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 6)



**Σχήμα 6.** Λοιπά στοιχεία συστήματος 'ΔΙ.Α.Σ'

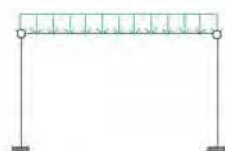


## ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

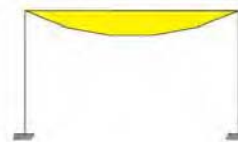
Το στατικό σύστημα του φορέα είναι (Gyuoη 1968, Τάσιος κ.α. 1986):

- Α' Φάση: Αμφιέριστη δοκός ή πλάκα καταστρώματος.  
Η διατομή της α' φάσης φέρει τα φορτία του ίδιου βάρους και του επί τόπου σκυροδέματος.
- Β' Φάση: Πλαισιωτή λειτουργία του φορέα με την τελική διατομή (αρχική διατομή και επί τόπου σκυροδέμα). Δέχεται τα ωφέλιμα φορτία και όλα τα υπόλοιπα (σεισμός, ωθήσεις, θερμοκρασιακές μεταβολές κτλ). Σημαντική επιρροή, που περιορίζει και το τελικό άνοιγμα, έχουν η συστολή ξήρανσης, ο ερπυσμός και η θερμοκρασιακές μεταβολές, όπως επίσης και η ενδεχόμενη διαφορική καθίζηση των βάθρων. (Σχήμα 7).

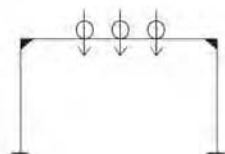
### Α' ΦΑΣΗ: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΔΟΚΟΥ ΩΣ ΑΜΦΙΕΡΙΣΤΗ



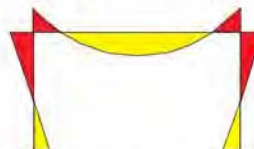
διάγραμμα ροπών λόγω ίδιου βάρους δοκού και βάρους επί τόπου σκυροδέματος



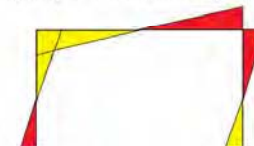
### Β' ΦΑΣΗ: ΠΛΑΙΣΙΩΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ



διάγραμμα ροπών λόγω πρόσθετων μόνιμων φορτίων και φορτίων κυκλοφορίας.



διάγραμμα ροπών λόγω σεισμικής φόρτισης



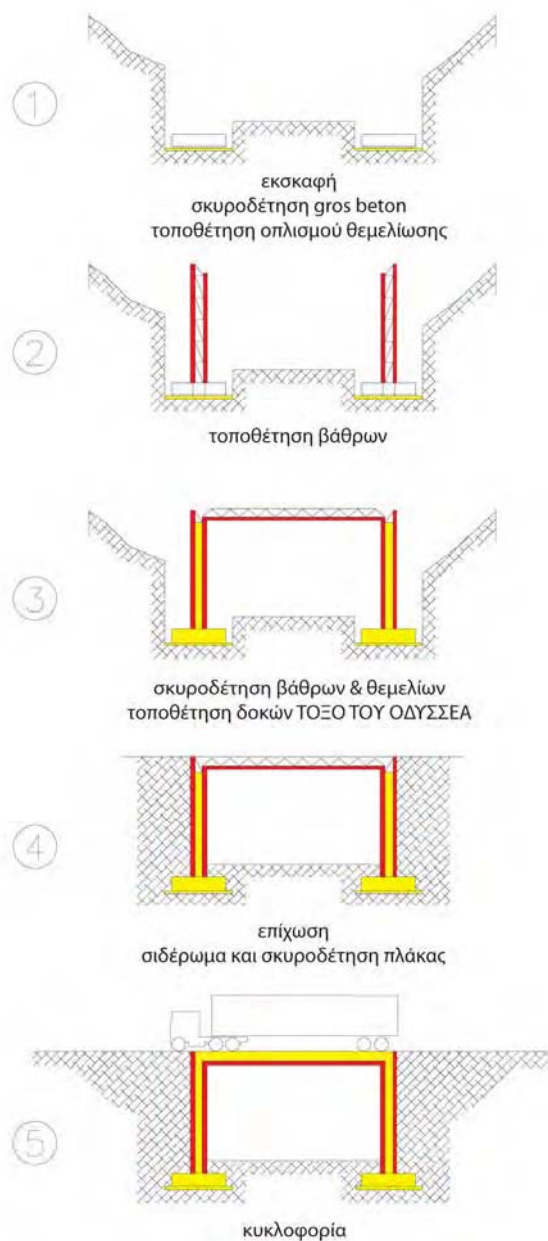
διάγραμμα ροπών λόγω ώθησης γαιών



**Σχήμα 7.** Στατικό σύστημα του 'ΔΙ.Α.Σ' – ποιοτική απεικόνιση των διαγραμμάτων των καμπτικών ροπών για κάθε είδος φόρτισης και για κάθε φάση κατασκευής.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στο **Σχήμα 8** φαίνονται οι φάσεις κατασκευής μιας γέφυρας στον Ασπρόπυργο.



Γέφυρα στον Ασπρόπυργο

**Σχήμα 8.** Παράδειγμα κατασκευής γέφυρας στον Ασπρόπυργο με το Σύστημα ΔΙ.Α.Σ.

## ΑΛΛΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Στα **Σχήματα 9-10** φαίνονται και άλλα παραδείγματα προκατασκευασμένων γεφυρών που κατασκευάστηκαν με το σύστημα ΔΙ.Α.Σ.



α.



β.



γ.

**Σχήμα 9.** Τοξοτή γέφυρα στον Αώο ποταμό (Κόνιτσα – Νομός Ιωαννίνων)

α. Δοκός ‘ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ’

β. Εικόνα από τη κατασκευή

γ. Τελική άποψη της γέφυρας



**Σχήμα 10.** Γέφυρα Βρονταμά (Σκάλα - Νομός Λακωνίας)

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Σύστημα 'ΔΙ.Α.Σ' συμβάλλει στην ταχύτατη κατασκευή οδικών και σιδηροδρομικών γεφυρών μικρών ανοιγμάτων ( $\leq 25.00\text{m}$ ). Βασίζεται στην προκατασκευή τόσο των βάθρων όσο και του φορέα, σε μορφή που έχει πολύ μικρό βάρος (για μεταφορά και τοποθέτηση), αλλά εξαιρετικά υψηλή αντοχή. Η γέφυρα τελειοποιείται με επί τόπου έγχυση σκυροδέματος.

Ας σημειωθεί ότι το καλούπωμα στο έργο είναι μηδενικό. Μια τέτοια γέφυρα, με καλή οργάνωση της κατασκευής, μπορεί να τελειώσει σε διάστημα λιγότερο από 24 ώρες.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Guyon Y.: «Constuctions en beton precontraint», Tome 2, Eurolles, Paris (1968)

[2] Βάγιας Ι.: «Σύμμεικτες Κατασκευές», Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα (2001)

[3] Μάντζαρης Ι.: «Δοκός σκυροδέματος προκατασκευασμένη προεντεταμένη με μεταλλική κατασκευή», 14ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Κως (15-17 Οκτωβρίου 2003)

[4] Μάντζαρης Ι., Παναγιώτου Γ., Πνευματικός Ν., «Γέφυρες με σύμμεικτες διατομές φορέα και βάθρων. Τόξο του Οδυσσέα και σκυρόδεμα», 5ο Συνέδριο Μεταλλικών Κατασκευών (Ξάνθη, 29 Σεπτεμβρίου - 1 Οκτωβρίου 2005), Πρακτικά, Τόμος II, σελ. 216-224

[5] Μάντζαρης Ι., Πνευματικός Ν. : «Συγκριτική ανάλυση κόστους και βάρους της σύμμεικτης δοκού Τόξο του Οδυσσέα με άλλα κλασσικά δομικά συστήματα», 6<sup>ο</sup> Συνέδριο Μεταλλικών Κατασκευών, Γιάννενα (2-4 Οκτωβρίου 2008)

[6] Τάσιος Θ., Γιαννόπουλος Π., Τρέζος Κ., Τσουκαντάς Σ.: «Προεντεταμένο Σκυρόδεμα με βάση τον Νέο Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος», Ε.Μ.Π., Αθήνα (1986).

[7] Τσουκαντάς Σ., Μάντζαρης Ι., Λουκάτος Ν. : «Πειραματική διερεύνηση συμπεριφοράς προκατασκευασμένου-προεντεταμένου φορέα», 15ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Αλεξανδρούπολη (25-27 Οκτωβρίου 2006).