

Σύνθεση Ειδικών Κατασκευών Σκυροδέματος

2. Στατικά Συστήματα Γεφυρών

Τηλέμαχος Παναγιωτάκος

2. Στατικά Συστήματα Γεφυρών

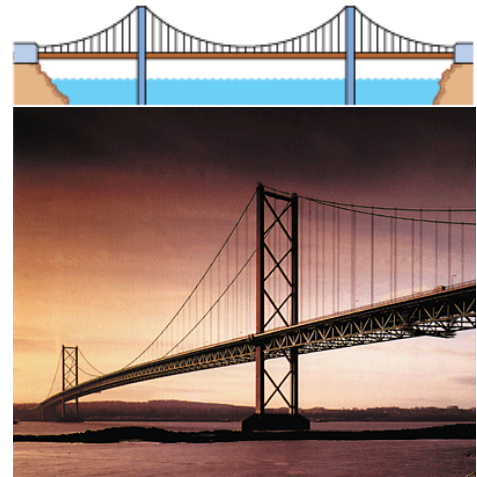
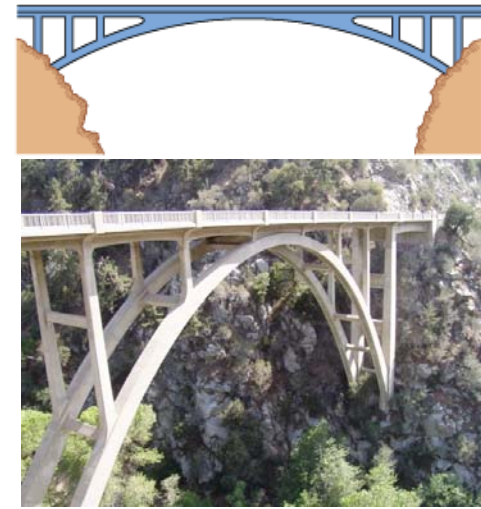
Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή των βασικών στατικών συστημάτων γεφυρών με έμφαση στις γέφυρες σκυροδέματος:

- **Αμφιέριστες ενός ή πολλών ανοιγμάτων**
- **Συνεχείς πολλών ανοιγμάτων**
- **Πλαισιακές / Κιβωτοειδής**
- **Ειδικά συστήματα (gerber, άντωσης κλπ.).**

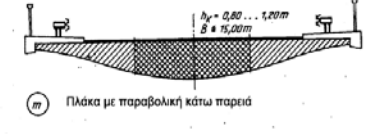
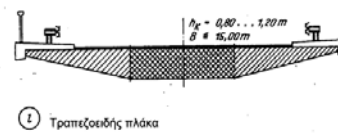
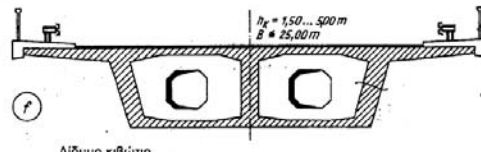
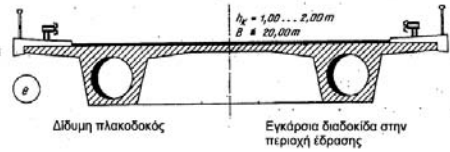
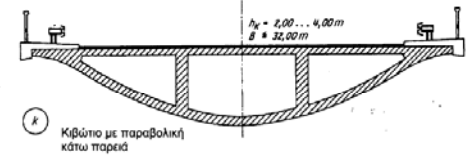
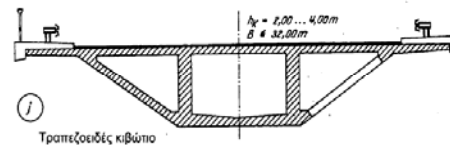
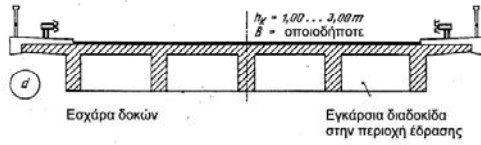
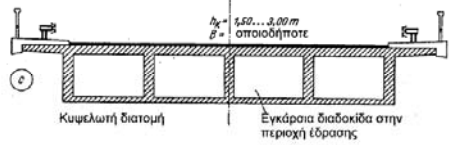
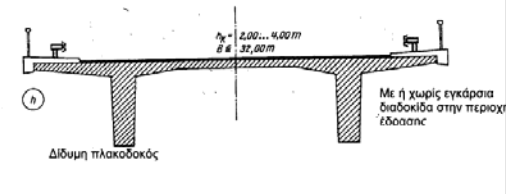
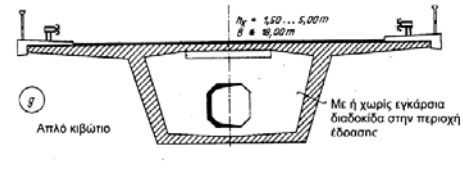
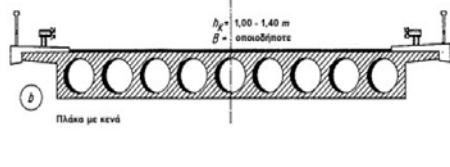
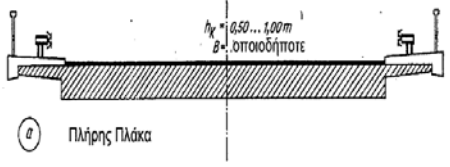
Για κάθε στατικό σύστημα θα αναπτυχθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του και θα αναπτυχθεί η μεθοδολογία για την τεχνικό-οικονομική προσέγγιση της βέλτιστης επιλογής στατικού συστήματος γέφυρας ανάλογα της λειτουργίας που εξυπηρετεί και του εμποδίου που γεφυρώνει. Τέλος θα παρουσιαστούν παραδείγματα εφαρμογής της παραπάνω μεθοδολογίας σε γέφυρες του ελλαδικού και διεθνή χώρου.

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να αναγνωρίζει στατικά συστήματα γεφυρών και να είναι σε θέση να εφαρμόσει το σωστό στατικό σύστημα ανάλογα του κωλύματος που έχει να γεφυρώσει.

Τύποι Γεφυρών



Διατομές Γεφυρών



I. Ανεξάρτητα αμφιέραιστα ανοίγματα



Πλεονεκτήματα

- Απλή και σαφής η ανάλυση. Στις περιπτώσεις ραβδόμορφων μελών είναι δυνατή η εφαρμογή απλών συμβατικών μεθόδων (με το χέρι).
- Δεν αναπτύσσουν ένταση από υποχωρήσεις στηρίξεων ή άλλες επιβαλλόμενες παραμορφώσεις. Για το λόγο αυτό είναι συνήθης η εφαρμογή τους σε περιπτώσεις εδαφών περιορισμένης αντοχής ή όταν δεν διατίθενται αξιόπιστα γεωτεχνικά στοιχεία.
- Απλή και οικονομική από πλευράς απαιτούμενου εξοπλισμού κατασκευής.
- Δυνατή η ταυτόχρονη και ανεξάρτητη κατασκευή περισσότερων του ενός ανοιγμάτων.
- Προσφέρονται για εφαρμογή προκατασκευής. Ειδικότερα σε περιπτώσεις μεγάλων υψομετρικών διαφορών εδάφους – ερυθράς η χρήση της προκατασκευής είναι επιβεβλημένη.

Μειονεκτήματα

- Αντιοικονομική κατανομή της έντασης (π.χ. $M = ql^2/8$)
- Παραμορφώσεις και ταλαντώσεις μεγαλύτερες απ' ό,τι στα συνεχή συστήματα ιδίων κατά τα άλλα χαρακτηριστικών. Για την εξασφάλιση έναντι πτώσεων στο κενό σε περιπτώσεις σημαντικών σεισμικών διεγέρσεων απαιτείται πρόβλεψη σημαντικού πλάτους εδράσεως.
- Απαιτούν μεγαλύτερο αριθμό εφεδράνων και αρμών συστολο-διαστολής, οι οποίοι είναι διατάξεις με προβλήματα επιτελεστικότητας. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο αριθμός των αρμών είναι δυνατό να μειωθεί δραστικά με τη χρήση των πλακών συνεχείας ή με πρόβλεψη άλλου τρόπου αποκαταστάσεως της συνέχειας.

I. Ανεξάρτητα αμφιέρειστα ανοίγματα

Μέθοδοι αποκατάστασης συνέχειας

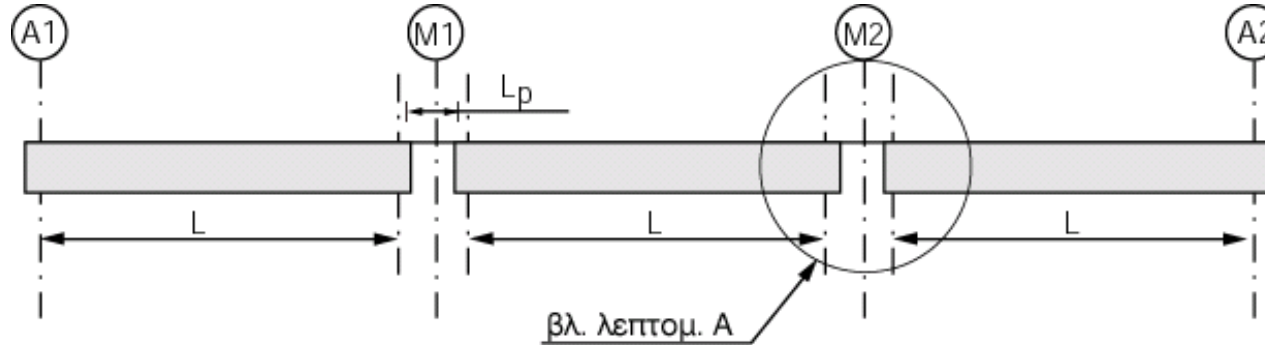
- Η επιδίωξη διατηρήσεως των πλεονεκτημάτων των αμφιερειστων τμημάτων με παράλληλη μείωση των μειονεκτημάτων τους οδήγησε στην ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων μερικής ή πλήρους αποκατάστασης της συνέχειας μεταξύ δύο αρχικώς ανεξαρτήτων τμημάτων.
- Στη χώρα μας έχει συχνή εφαρμογή μία μέθοδος μερικής αποκατάστασης της συνέχειας κατά την οποία η πλάκα του καταστρώματος κατασκευάζεται συνεχής πάνω από τους άξονες όλων ή μερικών μεσοβάθρων.
 - Με τη χρήση των πλακών συνέχειας είναι δυνατόν να επιτύχουμε μήκη γεφυρώσεως χωρίς αρμούς μέχρι και 250 ~ 300m (για μεγαλύτερα μήκη το κόστος των αρμών και των ακραίων εφεδράνων αυξάνει υπέρμετρα).
 - Πέραν του ανωτέρω πλεονεκτήματος η συνέχεια της πλάκας του καταστρώματος εξασφαλίζει διαφραγματική λειτουργία στη συνολική επιφάνεια του καταστρώματος με ευνοϊκά αποτελέσματα στη συμπεριφορά σε σεισμικές διεγέρσεις.

II. Συνεχείς φορείς

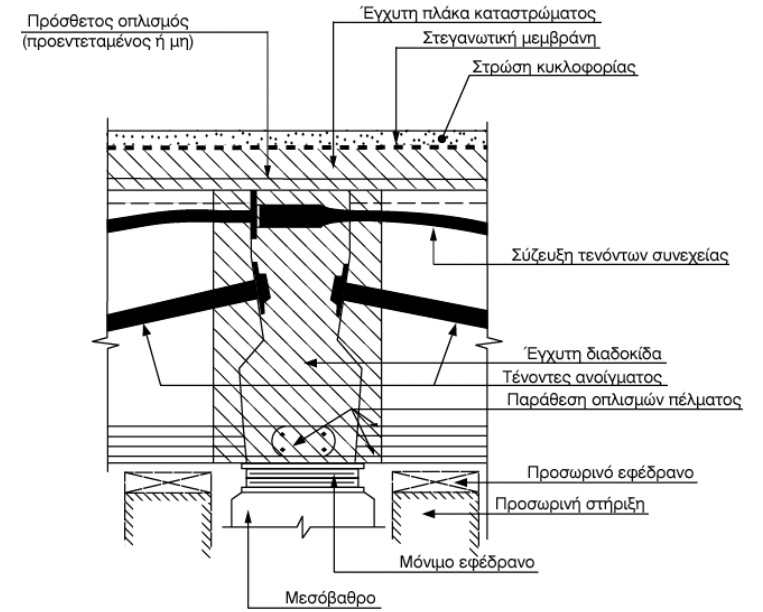
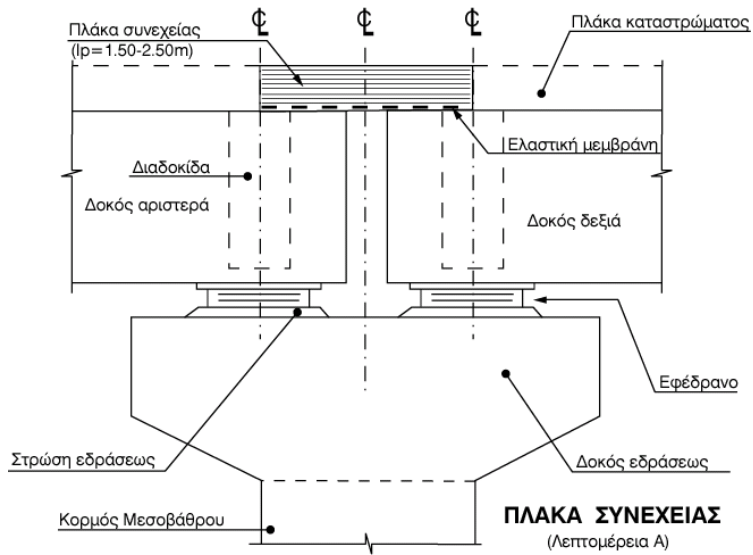
- Πρόσφατα και στη χώρα μας εφαρμόστηκε η μέθοδος πλήρους αποκατάστασης της συνέχειας.

I. Ανεξάρτητα αμφιέραιστα ανοίγματα

II. Συνεχείς φορείς



ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ



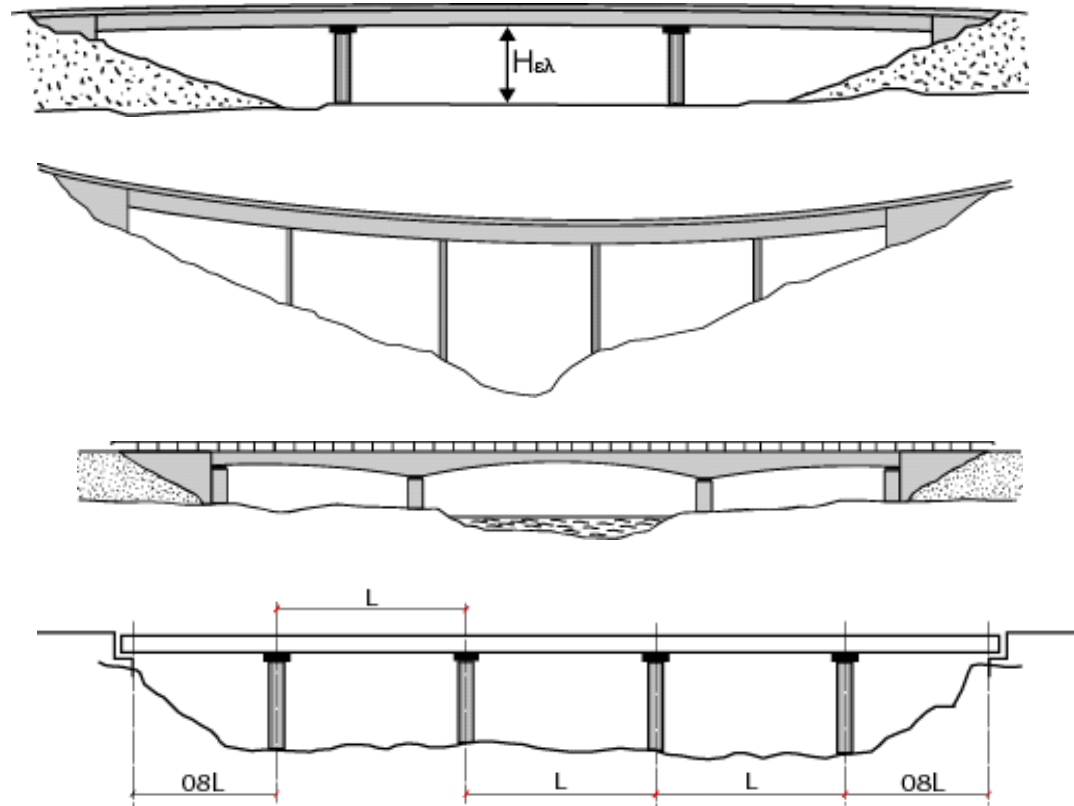








II. Συνεχείς φορείς



II. Συνεχείς φορείς

Πρόκειται για το συχνότερα εφαρμοζόμενο διεθνώς σύστημα, ειδικότερα σε γέφυρες σημαντικού συνολικού μήκους, διότι σε σύγκριση με τους ανεξάρτητους (ισοστατικούς) φορείς παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ευνοϊκή κατανομή της εντάσεως μεταξύ θέσεων στηρίξεων και ανοιγμάτων. Στις περιπτώσεις μάλιστα φορέων πολλαπλών τυπικών ανοιγμάτων μήκους L επιδιώκεται τα ακραία ανοίγματα να είναι $0,8L$ ώστε να εξισωθούν οι ροπές ακραίων και εσωτερικών ανοιγμάτων (πολύ ευνοϊκή περίπτωση, ιδίως για γέφυρες που κατασκευάζονται με κάποια από τις «μηχανοποιημένες» μεθόδους).
- Με τη χρήση μεταβλητού ύψους είναι δυνατό να τροποποιηθεί η κατά μήκος κατανομή της έντασης με αύξηση των ροπών στηρίξεως και μείωση των ροπών ανοίγματος (η ρύθμιση αυτή έχει ευνοϊκά αποτελέσματα σε περιπτώσεις που δε διατίθεται ευχερώς το απαιτούμενο ελεύθερο ύψος).
- Διαθέτουν εφεδρείες αντοχής ώστε σε ενδεχόμενη υπέρβαση της αντοχής να μην υπάρχει κίνδυνος συνολικής αστοχίας (υπό την προϋπόθεση βεβαίως ότι οι διατομές διαθέτουν επαρκή πλαστιμότητα).
- Αναπτύσσουν μικρότερα βέλη και ταλαντώσεις υπό τα κινητά φορτία και συνεπώς προσφέρονται για εφαρμογή λεπτομερών διατομών (βελτίωση αισθητικής – οικονομία υλικών).
- Παρέχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης της καμπυλότητας της χαράξεως σε οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο (βελτίωση αισθητικής).

II. Συνεχείς φορείς

- Προσφέρουν τη δυνατότητα ελαχιστοποίησης του πλήθους των αρμών διαστολής (γενικώς ευαίσθητες διατάξεις).
- Προσφέρονται για την κατά τμήματα δόμησή τους με χρήση συμβατικών (δηλ. επί ικριωμάτων) ή μηχανοποιημένων μεθόδων.

Παρά τη γενικώς πλεονεκτική εικόνα που εμφανίζουν οι συνεχείς φορείς, η χρήση τους παρουσιάζει και τις εξής απαιτήσεις και μειονεκτήματα:

- Απαιτούν πιο εκτεταμένες αναλύσεις της εντάσεως, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις σταδιακής κατασκευής όπου το στατικό σύστημα αλλάζει κατά τα διαδοχικά στάδια μέχρι την τελική μορφή. Για τις περιπτώσεις αυτές επισημαίνονται τα εξής:
 - Η ένταση λόγω των μονίμων δράσεων που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής μέχρι την ολοκλήρωση του τελικού συστήματος είναι διαφορετική από την ένταση που θα προκαλούσαν οι ίδιες δράσεις εφαρμοζόμενες μόνο στο τελικό στατικό σύστημα.
 - Κάθε μια από τις μόνιμες δράσεις αναπτύσσει ένταση και επηρεάζει μόνο το σύστημα που υπάρχει κατά τη στιγμή της εμφανίσεώς της.
 - Επιπλέον, η ένταση των επιμέρους σταδίων ανακατανέμεται χρονικά λόγω ερπυσμού.
- Εμφανίζουν το μειονέκτημα όλων των υπερστατικών φορέων δηλ. της αναπτύξεως σημαντικής εντάσεως λόγω επιβαλλομένων παραμορφώσεων. Στις περιπτώσεις αυτές περιλαμβάνονται:
 - Υποχωρήσεις και στροφές στηρίξεων – ανυψώσεις για αντικατάσταση εφεδράνων.
 - Θερμοκρασιακές μεταβολές και συστολή ξηράνσεως.
 - Προένταση





III. Πλαισιακές-Κιβωτοειδής

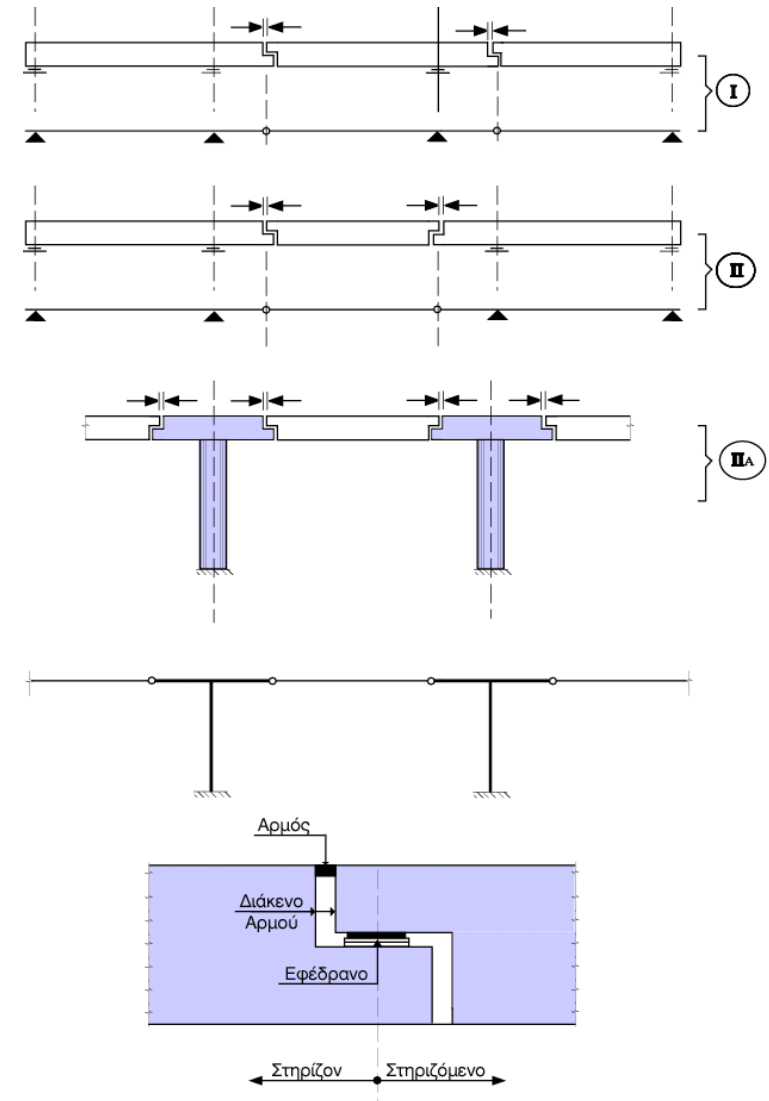


IV. Ειδικού τύπου (Φορείς με ενδιάμεσες αρθρώσεις (Gerber))

Παλαιότερα είχαν συχνή εφαρμογή λόγω του ότι οι φορείς αυτοί συνδυάζουν (θεωρητικώς) το πλεονέκτημα των συνεχών γεφυρών (ευνοϊκή κατανομή εντάσεων) με την έλλειψη ευαισθησίας σε υποχωρήσεις στηρίξεων των ισοστατικών.

Η εφαρμογή τους σήμερα περιορίζεται συστηματικώς για τους ακόλουθους λόγους:

- Είναι κατασκευαστικά δυσχερής η άρτια διαμόρφωση της αρθρώσεως με τη μορφή της βαθμιδωτής στηρίξεως.
- Υπάρχει κίνδυνος ολοκληρωτικής καταστροφής τμήματος, εάν αστοχήσει η διατομή εδράσεως, η οποία καταπονείται σημαντικά.
- Η σεισμική συμπεριφορά των γεφυρών είναι κακή λόγω του ενδεχομένου της πτώσεως ολόκληρων φατνωμάτων στο κενό, επειδή συνήθως δεν διατίθεται το απαιτούμενο πλάτος εδράσεως.
- Οι αρμοί διαστολής φθείρονται ταχύτατα διότι εδράζονται στο άκρο ενός προβόλου που παραμορφώνεται και ταλαντώνεται.



IV. Ειδικού τύπου (Άντωσης)

