

Σύνθεση Ειδικών Κατασκευών Σκυροδέματος

Τηλέμαχος Παναγιωτάκος

Δομή Μαθήματος

- 1. Γενικά – Τύποι Γεφυρών
- 2. Στατικά Συστήματα Γεφυρών
- 3. Δράσεις Σχεδιασμού Γεφυρών
- 4. Φορείς Καταστώματος Γεφυρών
- 5. Μεσόβαθρα, Ακρόβαθρα & Θεμελιώσεις
- 6. Σεισμική Μόνωση Γεφυρών
- 7. Αποτίμηση & Δομική Αναβάθμιση Υφιστάμενων Γεφυρών
- 8. Συντήρηση & Δομική Παρακολούθηση Γεφυρών

1. Γενικά – Τύποι Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή αφού προηγηθεί μια σύντομη εισαγωγή στη γεφυροποιία θα γίνει αναφορά στους βασικούς τύπους γεφυρών ανάλογα της λειτουργίας που εξυπηρετούν και του εμποδίου που γεφυρώνουν (**Οδικές, Σιδηροδρομικές, Πεζών, Γέφυρες αξόνων, Άνω Διαβάσεις, Κάτω Διαβάσεις, Γέφυρες Αστικού και Υπεραστικού τοπίου**), θα εντοπισθούν οι βασικές διαφορές μεταξύ των προαναφερθέντων τύπων γεφυρών, θα γίνει περιγραφή της λειτουργίας των βασικών δομικών στοιχείων των γεφυρών (**φορέας, βάθρα, ακρόβαθρα, θεμελίωση κλπ.**) και θα δοθούν παραδείγματα από κάθε περίπτωση.

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να αναγνωρίζει τους τύπους των γεφυρών και να είναι σε θέση να εφαρμόσει το σωστό τύπο ανάλογα του κωλύματος που έχει να γεφυρώσει.

2. Στατικά Συστήματα Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή των βασικών στατικών συστημάτων γεφυρών με έμφαση στις γέφυρες σκυροδέματος (**αμφιέρειστες, μονολιθικές πολλών ανοιγμάτων, πλαισιακές, κιβωτοειδής, 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.

3. Δράσεις Σχεδιασμού Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή των βασικών δράσεων σχεδιασμού γεφυρών. Έμφαση θα δοθεί στις δράσεις που ορίζουν οι Ευρωκώδικες περιλαμβανομένου τόσο των φορτίων κυκλοφορίας, ανέμου, χιονιού, θερμοκρασίας, υποχωρήσεων στήριξης, ωθήσεις γαιών, σεισμού όσο και των αυτενταντικών καταστάσεων που είναι πολλές φορές κρίσιμες στις γέφυρες και οφείλονται στον ερπυσμό και τη συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος. Για κάθε περίπτωση φόρτισης θα δοθούν παραδείγματα εφαρμογής σε πραγματικές γέφυρες ώστε να εντοπισθεί η επίπτωση της συγκεκριμένης φόρτισης στην καταπόνηση του φέροντος οργανισμού της γέφυρας.

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να γνωρίζει τα φορτία έναντι των οποίων πρέπει να σχεδιαστεί μια γέφυρα και να είναι σε θέση να τα εφαρμόσει.

4. Φορείς Καταστρώματος Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή των φορέων καταστρώματος γεφυρών η οποία θα περιλαμβάνει τους διάφορους τύπους φορέων (**κιβώτιο, δοκοί, πλάκες με κενά ή συμπαγείς** κλπ.) με περιγραφή των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του κάθε τύπου. Θα παρουσιαστεί επίσης η μεθοδολογία υπολογισμού για τις δράσεις σχεδιασμού και ο τρόπος όπλισής τους. Στην ενότητα αυτή θα εξετασθούν επιπλέον και ειδικά θέματα σχετικά με την προένταση του φορέα (**προένταση σε κλίση, μετένταση, εξωτερική προένταση** κλπ.). Τέλος θα γίνει αναλυτική περιγραφή του τρόπου κατασκευής φορέων καταστρώματος γεφυρών με εφαρμογή συμβατικών (π.χ. σε **ικριώματα**) ή και μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής (**προώθηση, προωθούμενο φορείο, προβολοδόμηση, προκατασκευασμένων σπονδύλων** κλπ.).

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να γνωρίζει τους τύπους των φορέων και να είναι σε θέση να επιλέξει και να διαστασιολογήσει τον κατάλληλο τύπο φορέα καταστρώματος ανάλογα της γέφυρας.

5. Μεσόβαθρα, Ακρόβαθρα & Θεμελιώσεις

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή των μεσοβάθρων και της θεμελίωσης αυτών η οποία θα περιλαμβάνει τους διάφορους τύπους μεσοβάθρων (**κιβώτιο, τοιχοειδή, πλαίσια** κλπ.) με περιγραφή των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του κάθε τύπου. Θα παρουσιαστεί η μεθοδολογία υπολογισμού για τις δράσεις σχεδιασμού και ο τρόπος όπλισής τους. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί και στον ικανοτικό σχεδιασμό των μεσοβάθρων. Στην ενότητα αυτή θα εξετασθούν αντίστοιχα και οι διάφοροι τύποι ακροβάθρων. Θα εξετασθούν επίσης διάφοροι τύποι θεμελίωσης (**επιφανειακές, πασσαλοσχάρας, φρέατα** κλπ.) σε συσχέτιση με τις εδαφικές συνθήκες θεμελίωσης. Τέλος θα γίνει αναλυτική περιγραφή του τρόπου κατασκευής των μεσοβάθρων, των ακροβάθρων και της θεμελίωσης αυτών με αναφορά σε πραγματικές περιπτώσεις γεφυρών.

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να γνωρίζει τους τύπους των βάθρων και να είναι σε θέση να επιλέξει και να διαστασιολογήσει τον κατάλληλο τύπο βάθρου και θεμελίωσης αυτού ανάλογα της γέφυρας και των εδαφικών συνθηκών.

6. Σεισμική Μόνωση Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή της σεισμικής μόνωσης γεφυρών. Αρχικά θα γίνει αναφορά στα διαθέσιμα συστήματα σεισμικής μόνωσης (**ελαστομεταλλικά εφέδρανα χαμηλής ή υψηλής απόσβεσης, εφέδρανα με πυρήνα μόλυβδου, εφέδρανα εκκρεμούς τριβής, ιξώδεις αποσβεστήρες κλπ.**) και στη συνέχεια θα αναπτυχθεί η μεθοδολογία διαστασιολόγησής τους σύμφωνα με το μέρος 2 του Ευρωκώδικα 8. Θα αναλυθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της σεισμικής μόνωσης των γεφυρών και θα παρουσιαστεί συγκριτικό παράδειγμα εφαρμογής σεισμικής μόνωσης γέφυρας.

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να γνωρίζει τους τύπους των σεισμικών μονωτήρων και να είναι σε θέση να επιλέξει και να διαστασιολογήσει τον κατάλληλο τύπο μονωτήρα για την γέφυρα.

7. Αποτίμηση & Δομική Αναβάθμιση Υφιστάμενων Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή της παθολογίας υφιστάμενων γεφυρών, της διαδικασίας αποτίμησης και των δυνατοτήτων δομικής αναβάθμισής τους. Με αναφορά σε παραδείγματα που εφαρμόστηκε η παραπάνω διαδικασία θα εντοπισθούν προβλήματα και ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίστηκαν. Επίσης θα παρουσιαστεί και ο τρόπος εφαρμογής διαφόρων μεθόδων αναβάθμισης γεφυρών (**σεισμική μόνωση, σύνθετα υλικά, μανδύες σκυροδέματος, αντικατάσταση επιχωμάτων με ελαφρύτερα υλικά κλπ.**).

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να γνωρίζει τις διαδικασίες αποτίμησης γεφυρών και μεθόδους αναβάθμισής τους.

8. Συντήρηση & Δομική Παρακολούθηση Γεφυρών

Στην ενότητα αυτή θα γίνει περιγραφή των μεθόδων δομικής παρακολούθησης γεφυρών οι οποίες έχουν ως στόχο την απόκτηση πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση και την συμπεριφορά σημαντικών στοιχείων τους υπό τη δράση εξωτερικών ή και εσωτερικών καταπονήσεων (**φορτία κυκλοφορίας, άνεμος, σεισμός, θερμοκρασία, ερπυσμός, συστολή ξήρανσης, υποχώρηση θεμελίων κλπ.**) και οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διασφάλιση ασφαλούς χρήσης και λειτουργίας, για τον έλεγχο της δομικής τους επάρκειας και τον καθορισμό των βέλτιστων επεμβάσεων, για την επιβεβαίωση των παραδοχών σχεδιασμού, και για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την ασφαλή λειτουργία τους σε περιπτώσεις υπέρβασης των λειτουργικών φορτίων (π.χ. **ασφάλεια χρήσης μετά από σεισμό**). Στην ίδια ενότητα θα παρουσιαστούν και προγράμματα συντήρησης που εφαρμόζονται σε γέφυρες στον ελλαδικό και διεθνή χώρο.

Στόχος της ενότητας είναι ο φοιτητής να γνωρίζει τις μεθόδους δομικής παρακολούθησης γεφυρών καθώς και συστήματα συντήρησης που εφαρμόζονται.

Λίγα λόγια για το διδάσκοντα...



Ο Δρ **Τηλέμαχος Παναγιωτάκος** γεννήθηκε στην Αθήνα το 1970. Έχει δίπλωμα Πολιτικού Μηχανικού από το Πανεπιστήμιο Πατρών (1993) και διδακτορικό στον Αντισεισμικό Σχεδιασμό Κατασκευών (1998) από το ίδιο Πανεπιστήμιο. Έχει εκτεταμένη εμπειρία σε μελέτες σύνθετων τεχνικών έργων τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό καθώς και σε έρευνα σε θέματα αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών. Είναι Διαχειριστής και επικεφαλής του τμήματος μελετών γεφυρών και ειδικών έργων της εταιρείας Denco Στατικές Μελέτες ΙΚΕ. Έχει συμμετάσχει στην εκπόνηση στατικών μελετών γεφυρών (προκατασκευή, προβολοδόμηση, προώθηση, σεισμική μόνωση κλπ), κτηριακών συγκροτημάτων (αεροδρόμια, μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ξενοδοχεία, κτίρια γραφείων, οικιστικά συγκροτήματα κλπ) καθώς και σε μελέτες αποτίμησης και ανασχεδιασμού τεχνικών έργων (κτηρίων, γεφυρών, δεξαμενών κλπ). Έχει εργαστεί ως μεταδιδακτορικός ερευνητής στα Πανεπιστήμια Πατρών και Ρώμης “La Sapienza” ενώ έχει συμμετάσχει σε πλήθος ερευνητικών προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε θέματα κυρίως αντισεισμικού σχεδιασμού. Έχει περισσότερες από 60 δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά, σε ελληνικά και διεθνή συνέδρια με κριτές. Διατέλεσε επί συμβάσει διδάσκων στο Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών (2001-2008). Από το 2005 είναι μέλος της ομάδας συμβούλων-καθηγητών (ΣΕΠ) του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Σεισμική Μηχανική και Αντισεισμικές Κατασκευές». Έχει συμμετάσχει τόσο στην έρευνα για τη σύνταξη του Ευρωκώδικα 8 (EN1998-1 και EN1998-3) όσο και του ΚΑΝονισμού ΕΠΕμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Είναι τακτικό μέλος της Τεχνικής Επιτροπής 67 του ΕΛΟΤ για τους Ευρωκώδικες και αναπληρωτής συντονιστής της Ομάδας Εργασίας 8 για τον EN1998. Το 2015 κατόπιν διεθνούς διαγωνισμού εμπειρογνομόνων (experts) της ΝΕΝ επιλέχθηκε στην εξαμελή συντακτική ομάδα αναθεώρησης-επέκτασης του EN1998-3. Είναι μέλος της TC250/HG Bridges ως εκπρόσωπος της TC250/SC8. Έχει διατελέσει κριτής ερευνητικών προγραμμάτων στον ΟΑΣΠ καθώς και επιστημονικών άρθρων σε διάφορα διεθνή περιοδικά και συνέδρια. Είναι μέλος πλήθος επιστημονικών οργανώσεων (ΤΕΕ, ΣΠΜΕ, ETAM, FIB, ASCE κλπ).

Εισαγωγή στη Γεφυροποιία



Τι είναι γέφυρα;

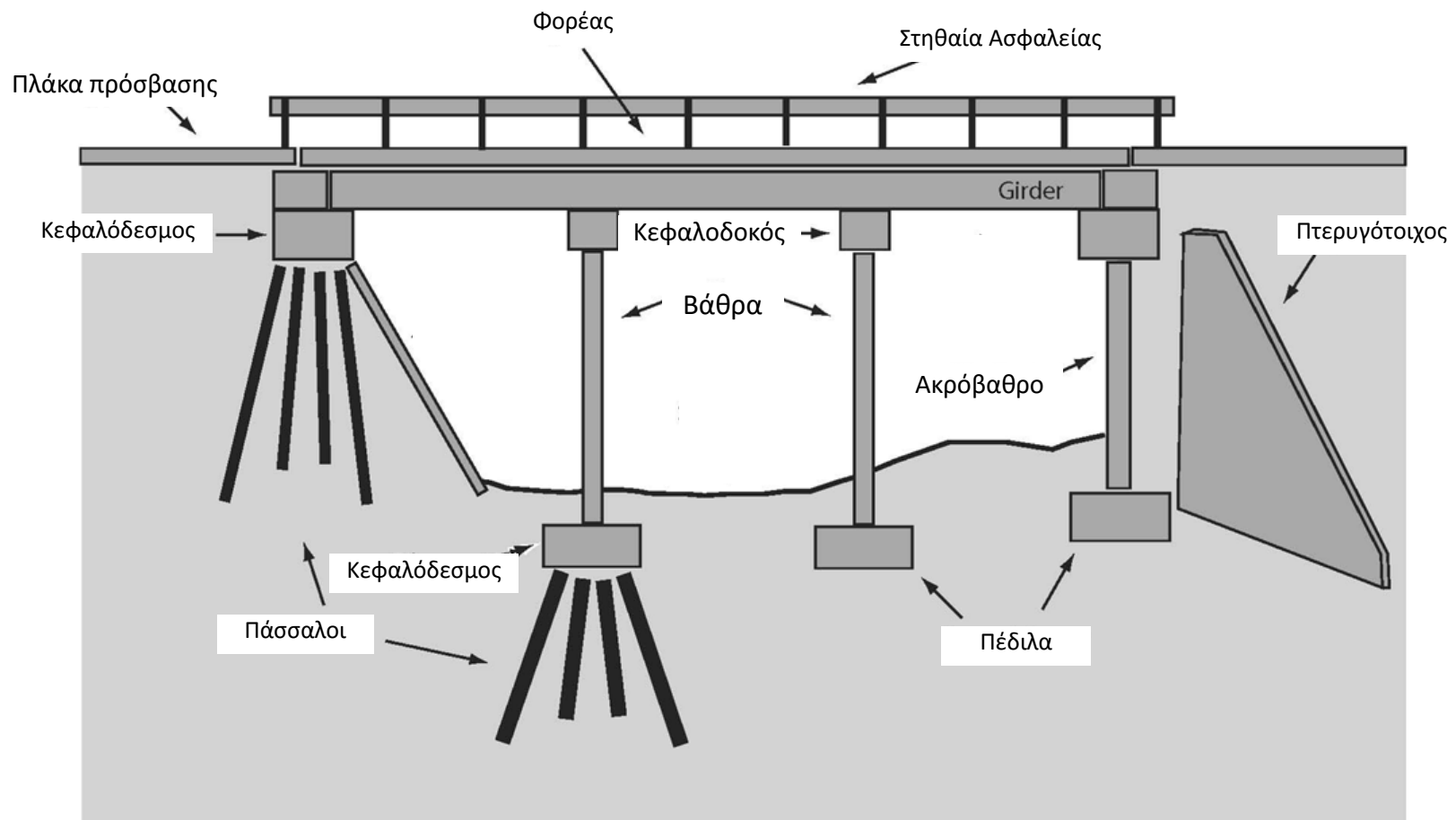
Wikipedia: “A bridge is a structure built to span physical obstacles without closing the way underneath such as a body of water, valley, or road, for the purpose of providing passage over the obstacle. There are many different designs that each serve a particular purpose and apply to different situations. Designs of bridges vary depending on the function of the bridge, the nature of the terrain where the bridge is constructed and anchored, the material used to make it, and the funds available to build it.”



Γέφυρες



Στοιχεία Γέφυρας



Αντικείμενο της Γεφυροποιίας

Αντικείμενο της Γεφυροποιίας είναι οτιδήποτε έχει σχέση με τη μελέτη, κατασκευή και λειτουργία των γεφυρών. Το κύριο περιεχόμενο είναι:

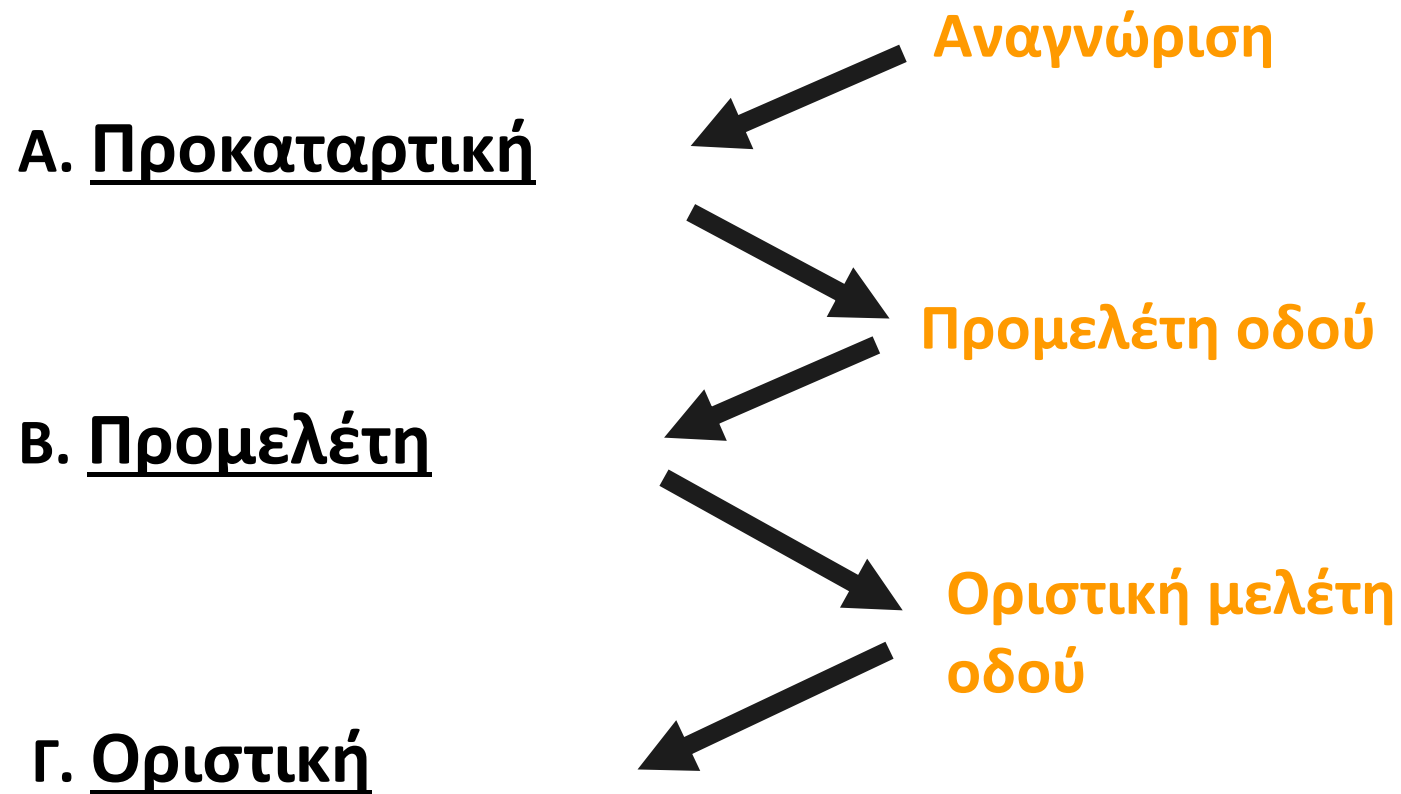
1. Συλλογή Στοιχείων – Εντοπισμός Προβλημάτων
2. Διερεύνηση Λύσεων – Προκαταρκτική Μελέτη
3. Βασικός Σχεδιασμός – Προμελέτη
4. Οριστική Μελέτη – Μελέτη Εφαρμογής
5. Κατασκευή
6. Περίοδος Λειτουργίας - Συντήρηση

Κατηγορίες Γεφυρών

Ποικιλία τύπων γεφυρών, αφού η κατάταξη μπορεί να γίνει βάσει των εξής επί μέρους χαρακτηριστικών:

- Φύση γεφυρούμενου κωλύματος
- Χρήση (οδικές, σιδηροδρομικές, πεζών, κ.α)
- Διατομή Καταστρώματος
- Στατικό Σύστημα
- Μέθοδος Κατασκευής
- Υλικό κατασκευής

Φάσεις Μελέτης Γεφυρών



Στόχοι Μελέτης Γεφυρών

1. Λειτουργικότητα (function)
2. Ασφάλεια (safety)
 (1)+(2): Επιτελεστικότητα
3. Οικονομία (Economy)
4. Αισθητική
 - 4.1 Καθαρότητα μορφής
 - 4.2 «Διαφάνεια»

Συλλογή Στοιχείων

- Χαρακτηριστικά της κίνησης που θα αποκατασταθεί και του εμποδίου.
- Τοπογραφία της περιοχής.
- Γεωλογία - σεισμολογία - έδαφος θεμελιώσεως.
- Υδρολογία, υπόγεια και επιφανειακά ύδατα.
- Δυνατότητες πρόσβασης - δημιουργίας εργοταξίου.
- Απαιτήσεις αισθητικής - προστασία περιβάλλοντος.

Διερεύνηση Λύσεων – Προκαταρκτική Μελέτη

- Καθορισμός θέσεως & ελαχίστου ανοίγματος
- Πρόγραμμα ερευνών
- Αδρομερής κοστολόγηση

Βασικός Σχεδιασμός – Προμελέτη

- Χάραξη οριζόντια και κατακόρυφη.
- Επιλογή υλικών - συστήματος κατασκευής.
- Μόρφωση φορέων – διαστασιολόγηση.
- Σχεδίαση (των καθοριστικής σημασίας) λεπτομερειών.
- Φορτία - βάσεις υπολογισμού.
- Συγκριτική εξέταση κοστολόγηση διαφόρων εναλλακτικών λύσεων.
- Πρόταση «βέλτιστης» λύσεως.

Βασικός Σχεδιασμός – Προμελέτη (συν.)

- Στοιχεία χάραξης της άνω (Α) αλλά και της κάτω (Κ) κινήσεως (όταν υπάρχει).
 - (Α) : κατά μήκος τομή, οριζοντιογραφία, διατομές, κ.λ.π
 - (Κ) : κατά μήκος τομή και διατομές ρέματος
- Τυπική διατομή του Τεχνικού στη θέση της γεφυρώσεως.

Βασικός Σχεδιασμός – Προμελέτη (συν.)

- **Καθορισμός του συνολικού μήκους γεφυρώσεως, κυρίως από τις εξής απαιτήσεις για τα ακρόβαθρα:**
 - Περιορισμός συνολικού ύψους
 - Εξασφάλιση ενός ανεκτού ελεύθερου ύψους (για διέλευση πεζών, επιθεώρηση)
 - Περιορισμός δυσμενών επιρροών από το επίχωμα προσβάσεως.
- **Επιμερισμός του συνολικού μήκους σε επιμέρους ανοίγματα με τον καθορισμό της θέσεως μεσοβάθρων.**
- **Ο καθορισμός της θέσεως των μεσοβάθρων είναι πολυσύνθετη και σημαντική διαδικασία λόγω του ότι οφείλει να ικανοποιήσει μια δέσμη (συχνά αντικρουόμενων) απαιτήσεων.**
- **Η επιτυχής επιλογή των θέσεων των μεσοβάθρων αποτελεί ουσιαστικώς κύρια προϋπόθεση για μια καλή μελέτη γεφυρώσεως.**

Βασικός Σχεδιασμός – Προμελέτη (συν.)

Κριτήρια επιλογής θέσεων μεσοβάθρων

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΑ	<ul style="list-style-type: none">- Εξασφάλιση κυκλοφορίας με αποστάσεις ασφαλείας.- Εξασφάλιση Ορατότητας.
ΡΟΗΣ	<ul style="list-style-type: none">- Εκτός κύριας κοίτης- Ελαχιστοποίηση εμποδίων στη ροή
ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΣ	<ul style="list-style-type: none">- Σε ισχύρους σχηματισμούς.- Εκτός ενεργών ρηγμάτων.
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΤΗΤΑΣ	<ul style="list-style-type: none">- Περιορισμός του απαιτούμενου φορέα ανωδομής.- Ελαχιστοποίηση συνολικού κόστους.
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	<ul style="list-style-type: none">- Περιορισμός (κατά το δυνατό) του ύψους του βάθρου.- Τυποποίηση διαδοχικών ανοιγμάτων για τη διευκόλυνση εφαρμογής μηχανοποιημένων μεθόδων.
ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ	

Οριστική Μελέτη – Μελέτη Εφαρμογής

- Αναλυτικός υπολογισμός φορέων.
- Κατασκευαστικά σχέδια.
- Τεχνικές προδιαγραφές.
- Προμέτρηση – Προϋπολογισμός.

Κατασκευή

- Μέθοδος κατασκευής
- Οργάνωση εργοταξίου
- Πρόγραμμα κατασκευής
- Βοηθητικά έργα
- Μέτρα ασφαλείας
- Ποιοτικός έλεγχος

Περίοδος Λειτουργίας - Συντήρηση

- Πρόγραμμα επιθεωρήσεων
- Περιοδικοί έλεγχοι - Μετρήσεις
- Πρόγραμμα διατηρήσεως
- Επισκευές - Ενισχύσεις - Αναβαθμίσεις
- (Έλεγχος οικονομ. απόδοσης)





The World Without Engineers