

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΜΕ ΚΟΙΤΟΣΤΡΩΣΗ

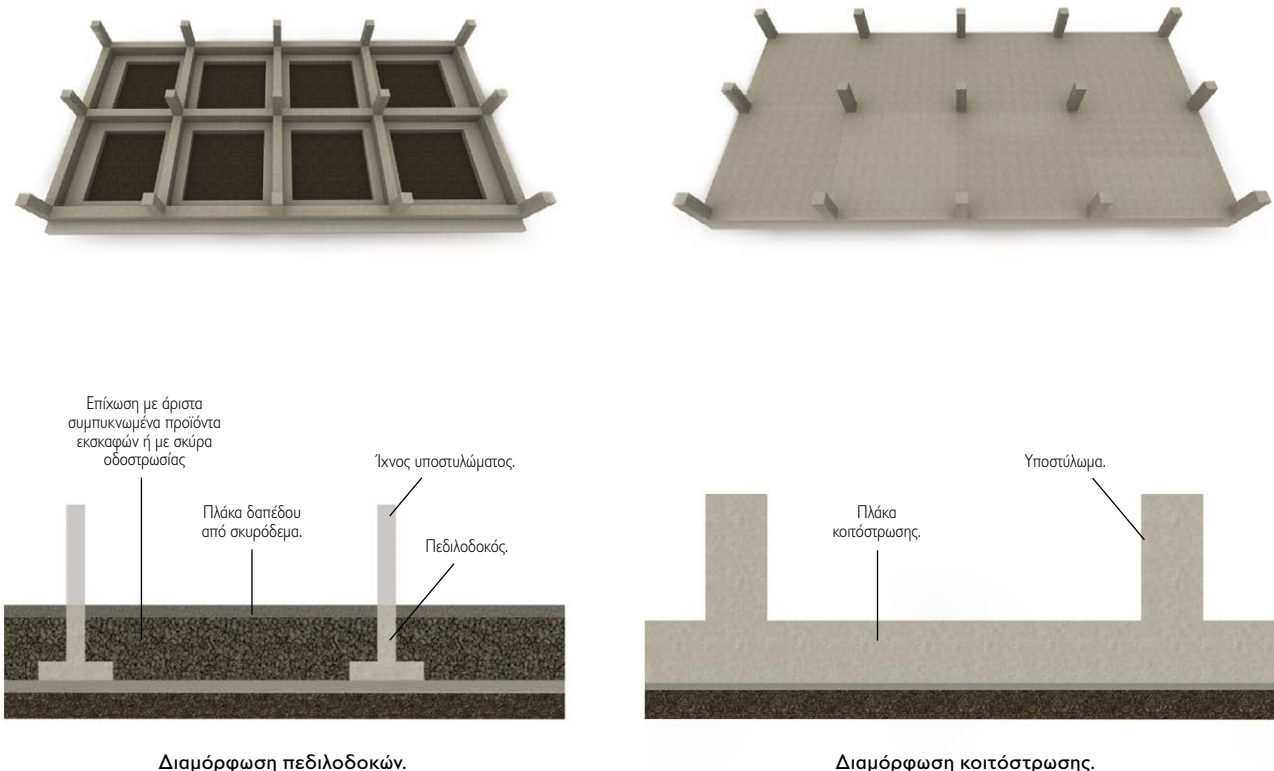
**ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ, ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ**



Η κύρια λειτουργία της θεμελίωσης είναι η ανάληψη των φορτίων της ανωδομής και η μεταφορά τους στο έδαφος θεμελίωσης. Ο ορθός σχεδιασμός της θεμελίωσης έγκειται στην επιλογή μιας τέτοιας γεωμετρίας, που θα εξασφαλίσει αφενός την ασφαλή αλλά και οικονομική διαστασιολόγηση του κάθε στοιχείου της ίδιας της θεμελίωσης (π.χ. του κάθε πεδிலού) και αφετέρου θα οδηγήσει στην ανάπτυξη όσο το δυνατόν μικρότερων τιμών τάσεων εδάφους και καθιζήσεων στην κατασκευή. Έτσι, την κλασική λύση των μεμονωμένων πεδίων σταδιακά αντικατέστησαν τα πέλδια με συνδετήριες δοκούς και αργότερα ήρθε η λύση των πεδילוδοκών που αποτελεί σήμερα τον πιο διαδεδομένο τύπο επιφανειακής θεμελίωσης. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η κοιτόστρωση κερδίζει συνεχώς έδαφος έναντι των πεδילוδοκών και πλέον χαίρει ευρείας εφαρμογής.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κοιτόστρωσης

Η κοιτόστρωση αποτελεί τον πλέον ενδεδειγμένο τρόπο θεμελίωσης σε περιπτώσεις, κατά τις οποίες είναι απαραίτητη η ομοιόμορφη κατανομή των τάσεων στο έδαφος θεμελίωσης και ο περιορισμός των απόλυτων και –κυρίως– των διαφορικών καθιζήσεων μιας κατασκευής. Η ανάπτυξη καθιζήσεων και δια-



Διαμόρφωση πεδιλοδοκών.

Διαμόρφωση κοιτόστρωσης.

Τυπική διαμόρφωση κοιτόστρωσης και πεδιλοδοκών.

φορικών καθιζήσεων αποτελεί αρκετά συχνή αιτία βλαβών σε κατασκευές και, ακόμη και αν δεν αποτελέσει κίνδυνο για τη στατικότητα του κτιρίου, σίγουρα θα οδηγήσει στη βλάβη δευτερευόντων στοιχείων.

Η ανάπτυξη καθιζήσεων γίνεται ακόμη εντονότερη σε περιπτώσεις κατασκευών μεγάλης επιφάνειας –στις οποίες είναι πιθανή ακόμη και η διασπορά των μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους θεμελίωσης από θέση σε θέση– ή και σε κατασκευές μη κανονικές καθ’ ύψος (μεγάλες εσοχές), που οδηγούν σε συγκέντρωση φορτίων σε ένα τμήμα της θεμελίωσης. Έχει αποδειχτεί τόσο εμπειρικά, όσο και μελετητικά ότι η διαμόρφωση κοιτόστρωσης περιορίζει τις διαφορικές καθιζήσεις, χωρίς αυτό φυσικά να αναιρεί τη σημασία ενός ορθολογικού σχεδιασμού της ανωδομής.

Εκτός από την αμιγώς στατική σκοπιά, οι κατασκευαστικές ευκολίες που παρουσιάζει η κατασκευή κοιτόστρωσης την έχουν καταστήσει σαφώς προτιμητέα σε σχέση με τη λύση των πεδιλοδοκών. Τα τρία βασικά κατασκευαστικά πλεονεκτήματα της κοιτόστρωσης είναι τα εξής:

- Η περιορισμένη ανάγκη καλουπώματος σε σχέση με τις πεδιλοδοκούς· κάτι το οποίο καθιστά την κατασκευή τους εύκολη και –κυρίως– λιγότερο χρονοβόρα.
- Η χρήση της ίδιας της κοιτόστρωσης και ως βάσης για την

τελική διαμόρφωση του δαπέδου του κατώτατου ορόφου (είτε υπογείου είτε ισόγειου). Η διαμόρφωση πεδιλοδοκών απαιτεί την επανεπίκωση του σκάμματος εκκαθαφής με καλά διαβαθμισμένο υλικό και την κατασκευή πλάκας επί εδάφους επί του οποίου θα διαμορφωθεί το τελικό δάπεδο.

- Ευκολότερη διαμόρφωση και ενσωμάτωση των τοπικών ανισοσταθμιών (π.χ. υποβάθμιση στη θέση του πυρήνα του ανελκυστήρα, φρεάτια σε περίπτωση βιομηχανικών κτιρίων κ.ά.). Τα τρία παραπάνω πλεονεκτήματα αποτελούν και τα βασικά επιχειρήματα, με βάση τα οποία οι περισσότερες κατασκευαστικές εταιρείες προτείνουν τη διαμόρφωση κοιτόστρωσης ως τη βέλτιστη λύση θεμελίωσης.

Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι η όλο και μεγαλύτερη χρήση της κοιτόστρωσης ως επιλογή θεμελίωσης υποστηρίζεται πλέον και μελετητικά με την ευρεία χρήση λογισμικών πεπερασμένων στοιχείων, που καθιστούν τη διαστασιολόγηση της κοιτόστρωσης ακριβέστερη αλλά και πιο απλή. Τις προηγούμενες δεκαετίες η διαστασιολόγηση της κοιτόστρωσης πραγματοποιούνταν, κατά κύριο λόγο, με έμμεσες μεθόδους (π.χ. επίλυση πυκνής εσχάρας δοκών). Πλέον με τη χρήση των εν λόγω λογισμικών είναι εφικτός, με σχετική ευκολία ο υπολογισμός τόσο των εντατικών μεγεθών, όσο και των τιμών τάσεων εδάφους και καθιζήσεων.

Ως μειονέκτημα της κοιτόστρωσης μπορεί να αναφερθεί ο μεγάλος όγκος σκυροδέματος (m^3) αλλά και το συνολικό βάρος χάλυβα (kg) που χρησιμοποιείται (παρόλο που τελικώς η αναλογία m^3/kg είναι χαμηλή)· κάτι το οποίο βέβαια τις περισσότερες φορές αντισταθμίζεται από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως (κατασκευαστική ευκολία, απουσία ανάγκης επανεπίκωσης κτλ). Ένα δεύτερο μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί ο κίνδυνος ανάπτυξης φαινομένων που συνδέονται με τη σκυροδέτηση μεγάλων όγκων σκυροδέματος όπως είναι –κυρίως– η συστολή ξήρανσης. Βέβαια, αυτά τα φαινόμενα αντιμετωπίζονται τόσο κατά τη φάση μελέτης της κοιτόστρωσης, όσο και κατά τη φάση της κατασκευής με την υιοθέτηση κατάλληλων ενεργειών (π.χ. διαβροχή).

Τύποι κοιτόστρωσης

Η κοιτόστρωση με βάση τη γεωμετρία της μπορεί να χωριστεί σε τρεις βασικούς τύπους:

- **Κοιτόστρωση με ενιαίο σταθερό πάχος σε όλη την επιφάνειά της.** Αποτελεί την πιο απλή περίπτωση κοιτόστρωσης και έχει εφαρμογή σε περιπτώσεις μικρών και μεσαίων φορτίων ανωδομής που αντιστοιχούν κυρίως σε κατασκευές κατοικιών ή γραφείων με περιορισμένο αριθμό ορόφων (π.χ. επταώροφο) αλλά ταυτόχρονα μεγάλη επιφάνεια και επομένως ηπιότερη κατανομή των φορτίων. Συνήθης πάχη κοιτόστρωσης σε τέτοιες κατασκευές κυμαίνονται από 0,70 m έως και 1,00 m.
- **Κοιτόστρωση με ενίσχυση στην άνω επιφάνεια.** Αποτελεί μία υβριδική θεμελίωση που επί της ουσίας συνδυάζει τη διαμόρφωση εσχάρων πεδילוδοκών και πλήρωση των ενδιάμεσων επιφανειών με σκυρόδεμα μικρότερου πάχους. Αυτός ο συνδυασμός καθιστά εν γένει την κοιτόστρωση πιο δύσκαμπτη. Πλεονεκτεί υπολογιστικά στο ότι συνδυάζει τοπικά μεγάλο ύψος διατομής –που καθιστά την όπλιση ορθολογική– με την ταυτόχρονη ομοιομόρφιση τάσεων και καθιζήσεων λόγω της ενιαίας επιφάνειας. Ωστόσο, μειονεκτεί στο ότι αναιρεί τις κατασκευαστικές ευκολίες μιας ενιαίου πάχους κοιτόστρωσης. Αυτή η περίπτωση αφορά κυρίως σε κατασκευές με μεσαία και υψηλά φορτία ανωδομής. Οι ζώνες πεδילוδοκών ενδέχεται να υπερβούν το 1,00 m ενώ τα ενδιάμεσα τμήματα μπορούν να διαμορφωθούν σε πάχη περίπου 0,50 m.
- **Κοιτόστρωση με ενίσχυση στην κάτω επιφάνεια.** Αποτελεί μία πρακτικότερη εκδοχή του προηγούμενου τύπου αφού η εσχάρα κατασκευάζεται στην κάτω επιφάνεια της κοιτόστρωσης. Συνηθέστερη, ωστόσο, περίπτωση δεν είναι η διαμόρφωση εσχάρων αλλά κυρίως η τοπική ενίσχυση με διαμόρφωση ζώνης μεγαλύτερου πάχους πέριξ όλων ή κάποιων εκ των υποστυλωμάτων. Αυτή η τελευταία διαμόρφωση έχει εφαρμογή σε περιπτώσεις αραιού καννάβου υποστυλωμάτων, στις οποίες και τα εντατικά μεγέθη που μεταφέρονται από τα υποστυλώματα είναι σημαντικά αλλά και η διαμόρφωση συνδετήριων ενισχυμένων ζωνών (τύπου πεδילוδοκού), που συνδέουν αυτά τα υποστυλώματα, κάνει τη λειτουργία της. Σ' αυτές τις περιπτώσεις το πάχος της ζώνης ελέγχεται κυρίως από τον έλεγχο σε διάτρηση. Η τοπική ενίσχυση πρέπει να διαμορφώνεται με κλίση 1:1, προκειμένου να εξασφαλίζεται η ομαλή μεταφορά των τάσεων στις περιοχές αλλαγής πάχους.

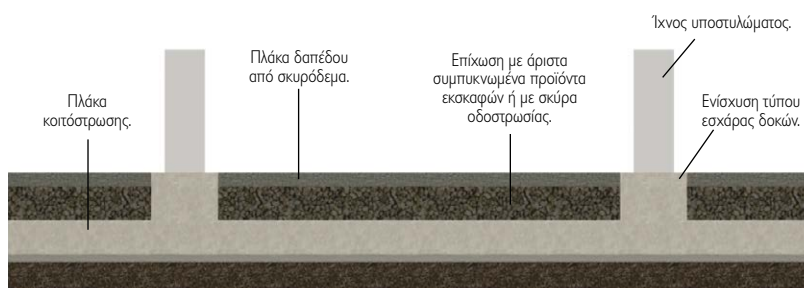
Διαστασιολόγηση και όπλιση

Για τη διαστασιολόγηση της κοιτόστρωσης απαιτείται αφενός η γνώση των φορτίων σχεδιασμού και αφετέρου τα μηχανικά

Τύποι κοιτόστρωσης.



Κοιτόστρωση με ενιαίο πάχος

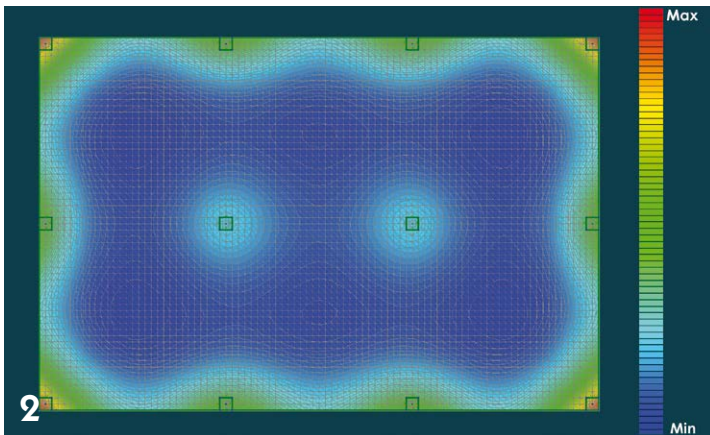
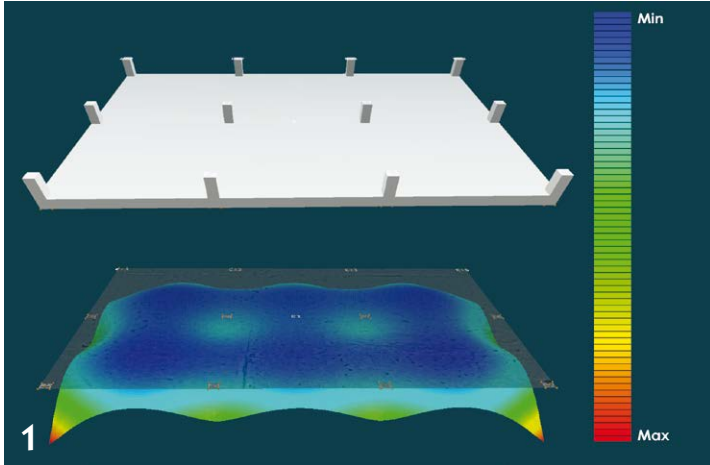


Κοιτόστρωση με ενίσχυση στην άνω επιφάνεια.



Κοιτόστρωση με ενίσχυση στην κάτω επιφάνεια.

χαρακτηριστικά σχεδιασμού του εδάφους θεμελίωσης. Τα φορτία σχεδιασμού προκύπτουν από τη διαστασιολόγηση της ανωδομής και την εξαγωγή των εντατικών μεγεθών στον κόμβο βάσης κάθε υποστυλώματος. Σύμφωνα με το κανονιστικό πλαίσιο των Ευρωκωδίκων, τα μηχανικά χαρακτηριστικά του εδάφους σε συνήθεις κατασκευές (κατηγορίας Σ1 και Σ2) και για έδαφος κατηγορίας Α και Β (ή και Γ για σπουδαιότητα Σ1), επιτρέπεται να προκύψουν προσεγγιστικά με βάση την εμπειρία από παρακείμενες κατασκευές και γενικότερα με βάση τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Ωστόσο, σε υψηλότερης σπουδαιότητας κατασκευές, σε μεγάλης επιφάνειας κατασκευές, σε κατασκευές που προβλέπονται βαθιάς εκσκαφής, σε κατασκευές κοντά σε ρέματα ή με ενδείξεις μη υγιούς εδάφους προτείνεται ή και επιβάλλεται η διεξαγωγή γεωτεχνικής έρευνας. Η γεωτεχνική έρευνα συνίσταται σε μία σειρά συγκεκριμένων επί τόπου δοκιμών σύμφωνα και με τις προδιαγραφές (για τον ελληνικό χώρο) του Ευρωκώδικα 7, ο οποίος αφορά στον γεωτεχνικό, και των συναφών ευρωπαϊκών προτύπων (δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, δοκιμή SPT, δοκιμή CPT κ.ά.) και έχει ως στόχο αφενός τον εντοπισμό των γεωτεχνικών στρώσεων (στρωματο-



1. Κατανομή βυθίσεων σε πλάκα κοιτόστρωσης. Λογισμικό: Ferpla – LH Λογισμική.

2. Κατανομή τάσεων σε πλάκα κοιτόστρωσης. Στην εικόνα φαίνεται η συγκέντρωση τάσεων σε περιοχές περιμετρικά των δύο κεντρικών υποστυλωμάτων. Λογισμικό: Ferpla – LH Λογισμική.

3. Τελική όπλιση σε περιοχή ενίσχυσης. Διακρίνεται η διαμόρφωση κεκλιμένου τμήματος και η τοποθέτηση οπλισμού τύπου S. Τριώροφο βιομηχανικό κτίριο, αρχιτεκτονική μελέτη: ARIS Architects, στατική μελέτη: CK Πολιτικοί Μηχανικοί & Συνεργάτες.

γραφία) σε σχέση με το βάθος στην περιοχική θεμελίωση και αφετέρου τον προσδιορισμό των μηχανικών χαρακτηριστικών κάθε στρώσης (ειδικό βάρος, γωνία τριβής, μέτρο ελαστικότητας, συνοχή κ.ά.).

Συχνά οι γεωτεχνικές έρευνες περιλαμβάνουν και μία αρχική εκτίμηση των ελατηριακών σταθερών και της φέρουσας ικανότητας του εδάφους. Ωστόσο, επειδή αυτές οι παράμετροι, όπως θα αναφερθεί και ακολούθως, σχετίζονται και με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της θεμελίωσης, απαιτείται επανυπολογισμός τους από τον μελετητή μηχανικό με τα τελικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά της θεμελίωσης.

Επίλυση κοιτόστρωσης και παράμετροι σχεδιασμού

Με τον όρο "επίλυση της κοιτόστρωσης" νοείται η εξαγωγή των αναπτυσσόμενων βυθίσεων και αντίστοιχων τάσεων εδάφους και εντατικών μεγεθών της κοιτόστρωσης υπό τα φορτία σχεδιασμού που μεταφέρει η ανωδομή σ' αυτήν. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η επίλυση των κοιτοστρώσεων πραγματοποιείται πλέον σχεδόν αποκλειστικά με τη χρήση λογισμικών τα οποία χρησιμοποιούν τη μέθοδο των επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων. Αν και η χρήση αυτών των λογισμικών, και επομένως και η επίλυση των κοιτοστρώσεων, είναι πλέον σχετικά απλή, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή των παραμέτρων επίλυσης. Πριν από την επίλυση της κοιτόστρωσης, μία σημαντική επιλογή

που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι εάν η κοιτόστρωση θα θεωρηθεί άκαμπτη ή εύκαμπτη. Αυτός ο διαχωρισμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την ορθή επίλυση της κοιτόστρωσης καθώς επιρεάζει την επιλογή μιας βασικής παραμέτρου ανάλυσης –της σταθεράς του (ελατηρίου) εδάφους, k_s .

Στην πρώτη περίπτωση της άκαμπτης κοιτόστρωσης, οι αναπτυσσόμενες τάσεις ακολουθούν γραμμική κατανομή, ενώ στη δεύτερη περίπτωση της εύκαμπτης κοιτόστρωσης η επίλυση της κοιτόστρωσης απαιτεί την εφαρμογή του μοντέλου Winkler, δηλαδή την επιλογή κατάλληλης τιμής k_s . Πρέπει να τονιστεί ότι η σταθερά k_s δεν αποτελεί χαρακτηριστικό του ίδιου του εδάφους αλλά προκύπτει από τον συνδυασμό των μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της θεμελίωσης. Επομένως, για το ίδιο έδαφος μπορούν να προκύψουν διαφορετικές τιμές k_s για διαφορετικές γεωμετρίες της θεμελίωσης. Φυσικά η επιλογή μεταξύ άκαμπτης και εύκαμπτης κοιτόστρωσης και ο υπολογισμός του δείκτη k_s δεν αποτελεί αυθαίρετη επιλογή. Παρόλο που το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο των Ευρωκωδίκων δεν καλύπτει επαρκώς αυτό το θέμα, υπάρχουν τόσο στην ξένη, όσο και στην ελληνική βιβλιογραφία συγκεκριμένες μεθοδολογίες υπολογισμού των παραπάνω παραμέτρων.

Απαιτούμενοι έλεγχοι

Για την τελική διαστασιολόγηση και τον έλεγχο της κοιτόστρωσης απαιτούνται σύμφωνα με το κανονιστικό πλαίσιο του Ευρωκώ-

δικα 2 και 7 οι παρακάτω έλεγχοι, οι οποίοι πραγματοποιούνται στην οριακή κατάσταση αστοχίας (Ο.Κ.Α.) ή/και στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας (Ο.Κ.Λ.):

Έλεγχος σε κάμψη (Ο.Κ.Α.)

Από τον έλεγχο σε κάμψη προκύπτει ο διαμήκης οπλισμός της κοιτόστρωσης, ο οποίος εκφράζεται ανά διεύθυνση ως εμβαδό απαιτούμενου οπλισμού ανά μέτρο μήκους (cm^2/m). Η απαίτηση προκύπτει μεγαλύτερη στον άνω οπλισμό στα ανοίγματα και στον κάτω οπλισμό στις θέσεις των υποστυλωμάτων. Η συνήθης πρακτική περιλαμβάνει την τοποθέτηση μιας γενικής εσχάρας οπλισμού άνω και κάτω που καλύπτει την απαίτηση σε μεγάλο τμήμα της κοιτόστρωσης και τη συμπλήρωση με επιπλέον οπλισμό στις περιοχές, στις οποίες υπάρχει μεγαλύτερη απαίτηση. Από αυτόν τον έλεγχο προκύπτει σε πρώτη φάση και το πάχος της κοιτόστρωσης.

Έλεγχος σε τέμνουσα (Ο.Κ.Α.)

Από τον έλεγχο σε τέμνουσα προκύπτει η ανάγκη για τοποθέτηση διατμητικού οπλισμού σε περιοχές κυρίως κοντά στα υποστυλώματα. Η απαίτηση διατμητικού οπλισμού εκφράζεται ως εμβαδό απαιτούμενου οπλισμού ανά μέτρο επιφάνειας (cm^2/m^2). Ο διατμητικός οπλισμός μπορεί να τοποθετηθεί είτε με τη μορφή κλειστού συνδετήρα είτε και με τη μορφή μεμονωμένου σκέλους τύπου S.

Έλεγχος σε διάτρηση (Ο.Κ.Α.)

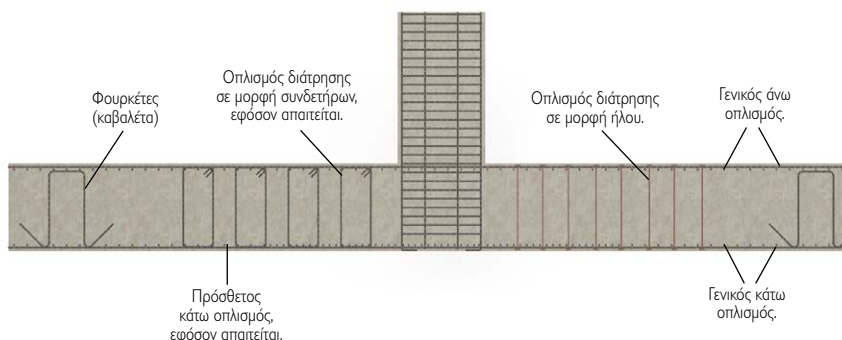
Η φυσική σημασία της διάτρησης έγκειται στον σχηματισμό του κώνου διάτρησης, ο οποίος και στην περίπτωση της κοιτόστρωσης παίρνει την μορφή μιας περιμέτρου πέριξ των υποστυλωμάτων. Αποτελεί μία αμιγώς διατμητικού τύπου αστοχία και επομένως διάτρηση και διάτρηση αποτελούν επί της ουσίας το ίδιο φαινόμενο όταν η γεωμετρία επιτρέπει την ανάπτυξη κώνου διάτρησης. Ο έλεγχος σε διάτρηση αποτελεί ιδιαίτερα κρίσιμο έλεγχο, αφού επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό το πάχος της κοιτόστρωσης.

Ο έλεγχος σε διάτρηση συνίσταται στον έλεγχο λοξού θλιπτήρα ($V_{Rd,max}$) που πραγματοποιείται στην περίμετρο φόρτισης (περίμετρος υποστυλώματος) αλλά και στον υπολογισμό του οπλισμού διάτρησης, ο οποίος πραγματοποιείται στη λεγόμενη κρίσιμη περίμετρο. Και στις δύο περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η ευμενής επιρροή των τάσεων του εδάφους που δρουν απομειωτικά στο φορτίο διάτρησης.

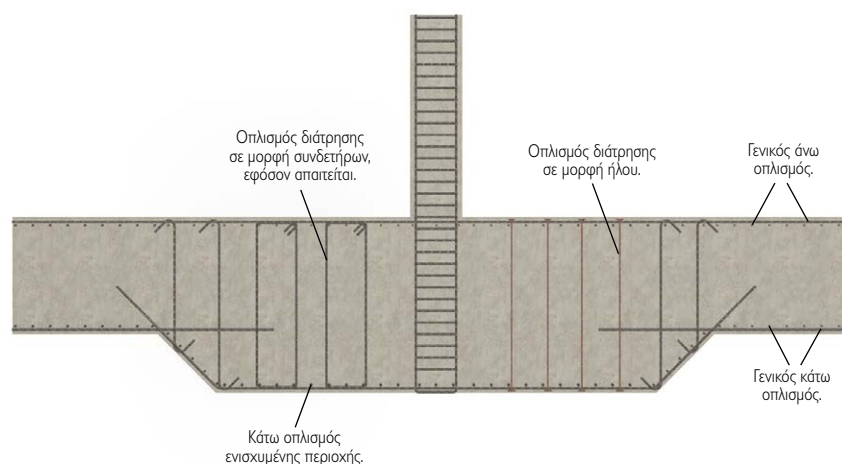
Λόγω του σχηματισμού του κώνου διάτρησης, ο οπλισμός διάτρησης εν γένει πρέπει να τοποθετείται ακτινικά με κέντρο το υποστυλίσμα και σε τουλάχιστον δύο περιμέτρους. Ωστόσο, για πρακτικούς λόγους επιτρέπεται η συγκέντρωση του απαιτούμενου οπλισμού σε δύο κάθετες διευθύνσεις. Στην πρώτη περίπτωση η υλοποίηση του οπλισμού διάτρησης μπορεί να γίνει με χρήση οπλισμών μορφής ήλων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση συνήθως η υλοποίηση γίνεται με τη μορφή συνδετήρων, ώστε το κάθε σκέλος να αποτελεί έναν οπλισμό διάτρησης (αντίστοιχο του ήλου).

Ο έλεγχος σε διάτρηση, είτε λόγω ανεπάρκειας των διαστάσεων (έλεγχος λοξού θλιπτήρα) είτε λόγω απαίτησης υπερβολικού οπλισμού διάτρησης, οδηγεί σε ανάγκη για μεγάλο πάχος κοιτόστρωσης. Ωστόσο, αυτή η ανάγκη συνήθως μεταφράζεται στην τοπική ενίσχυση της κοιτόστρωσης και όχι σε καθολική αύξηση του πάχους της. Σε περιπτώσεις διαμόρφωσης γραμμικών ενισχυμένων ζωνών μεγαλύτερου πάχους (τύπου πεδילוδοκών), ο έλεγχος σε διάτρηση αμελείται, αφού δεν δύναται

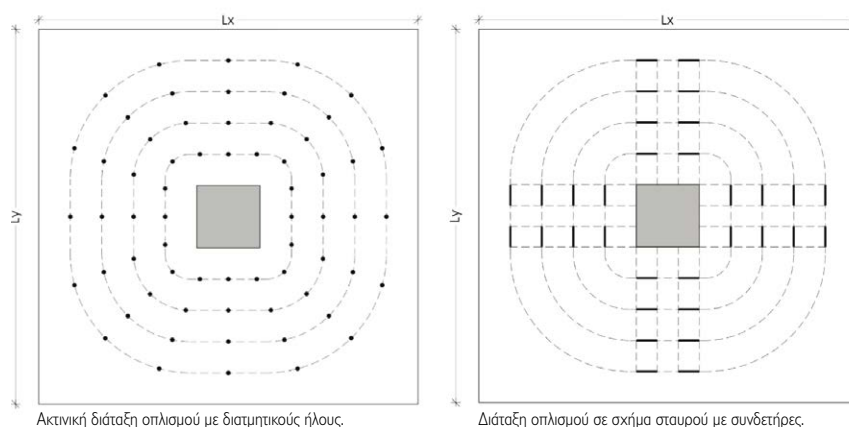
Τυπική όπλιση κοιτόστρωσης ενιαίου πάχους.



Τυπική όπλιση ενισχυμένου τμήματος.

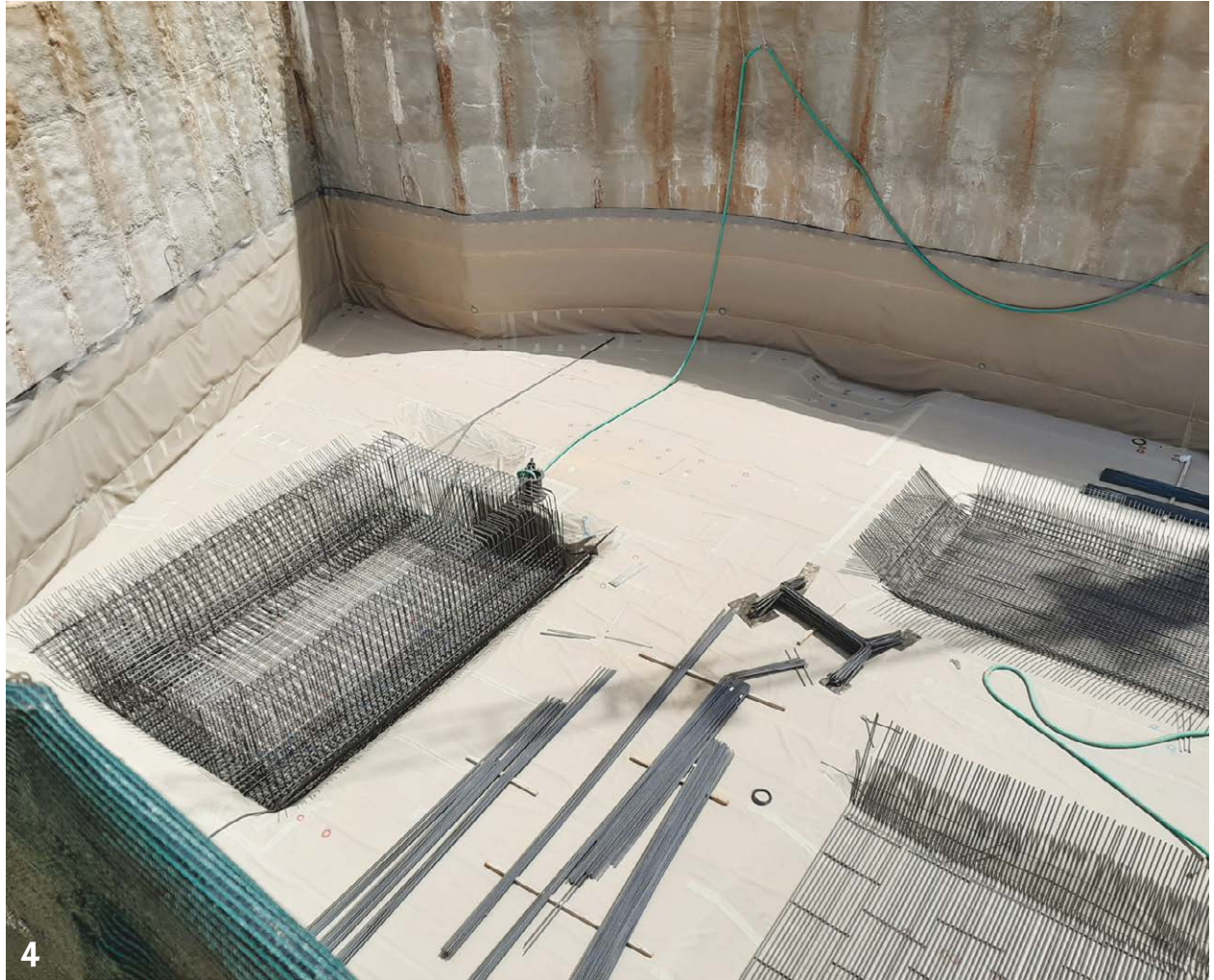


Διάταξη οπλισμού διάτρησης



Ακτινική διάταξη οπλισμού με διατμητικούς ήλους.

Διάταξη οπλισμού σε σχήμα σταυρού με συνδετήρες.



να σχηματιστεί κώνος διάτρησης και ο έλεγχος διατμητικών φαινομένων ουσιαστικά έγκειται στον έλεγχο σε τέμνουσα.

Έλεγχος καθιζήσεων (Ο.Κ.Λ.)

Κατά τον έλεγχο των καθιζήσεων ενδιαφέρον παρουσιάζουν όχι μόνο οι τιμές της απόλυτης καθίζησης αλλά και οι τιμές της διαφορικής καθίζησης και της στρωφής που εκφράζουν επί της ουσίας τη σχετική μετακίνηση μεταξύ δύο θέσεων της θεμελίωσης. Ο Ευρωκώδικας 7 περιλαμβάνει κάποιες ενδεικτικές τιμές ως όρια για τις επί μέρους μορφές καθίζησης. Ωστόσο, αποδεκτές τιμές μπορούν να βρεθούν και στη βιβλιογραφία. Παρά το γεγονός ότι η κοιτόστρωση ομαλοποιεί σε μεγάλο

βαθμό τις αναπτυσσόμενες τιμές καθιζήσεων, σημασία έχει και ο σχεδιασμός της ίδιας της ανωδομής, ώστε να αποφευχθεί η συγκέντρωση φορτίων σε μικρές περιοχές της θεμελίωσης.

Έλεγχος φέρουσας ικανότητας εδάφους (Ο.Κ.Α. και Ο.Κ.Λ.)

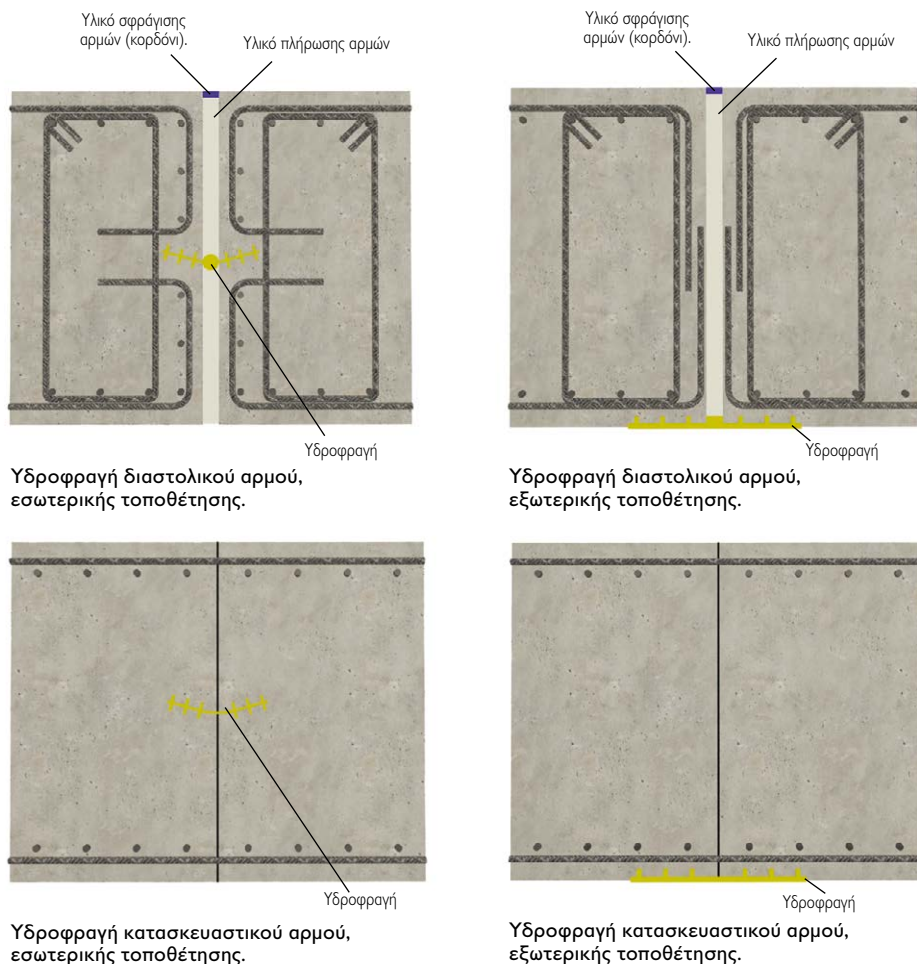
Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας του εδάφους συνίσταται στη σύγκριση των αναπτυσσόμενων τιμών τάσεων του εδάφους με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές. Για τον έλεγχο απαιτείται ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας του εδάφους σύμφωνα με τις διατάξεις του Ευρωκώδικα 7, η οποία εξαρτάται τόσο από τη γεωμετρία της θεμελίωσης, όσο και από τον συνδυασμό δράσης για τον οποίο πραγματοποιείται ο έλεγχος. Για παράδειγμα, στην οριακή κατάσταση λειτουργικότητας η φέρουσα ικανότητα ταυτίζεται με την επιτρεπόμενη τάση εδάφους, $\sigma_{\text{επ}}$.

Λοιπές κατασκευαστικές λεπτομέρειες

Η διαμόρφωση ενός έντεχνου υπόβαθρου αποτελεί σημαντικό βήμα για τη διαμόρφωση της κοιτόστρωσης. Η τυπική λεπτομέρεια διαμόρφωσης του υπόβαθρου περιλαμβάνει την εξυγιαντική στρώση και το σκυρόδεμα καθαριότητας (χαμηλής ποιότητας π.χ. C12/15), ενώ στην περίπτωση πιθανής παρουσίας υδάτων (π.χ. ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα σε βαθιές

4.
Διαμόρφωση
κάτω οπλισμού
ενισχυμένης περιοχής
και επικολώμενη
μεμβράνη
στεγανοποίησης.
Τριώροφο
βιομηχανικό κτίριο,
αρχιτεκτονική μελέτη:
ARIS Architects,
στατική μελέτη:
CK Πολιτικοί
Μηχανικοί &
Συνεργάτες.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΤΙΜΕΣ ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ		
Απόλυτη καθίζηση (s)	Διαφορική καθίζηση, δs	Στρωφή
80 - 250 mm	< 120 mm	L/500 για εμφάνιση βλαβών σε μη φέροντα στοιχεία

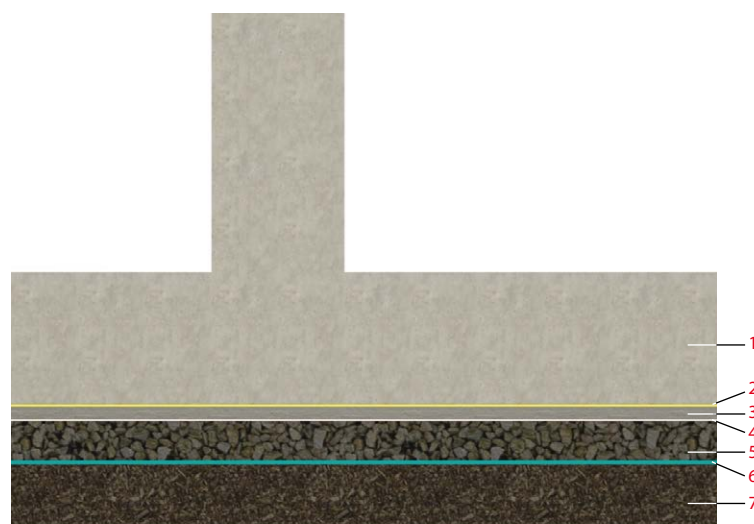


Ενδεικτικές διαμορφώσεις υδροφραγής αρμών.

θεμελιώσεις) προβλέπεται και η διαμόρφωση στεγανολεκάνης. Στη θεμελίωση με κοιτόστρωση ο ρόλος της εξυγιαντικής στρώσης (π.χ. με θραυστά υλικά λατομείου) ως μεθόδου βελτίωσης της φέρουσας ικανότητας του εδάφους είναι μάλλον ανενεργός, ωστόσο λειτουργεί ως αποστραγγιστική ζώνη στην περίπτωση παρουσίας υδάτων.

Για τη διαμόρφωση της στεγανολεκάνης συναντάται πληθώρα εμπορικών προϊόντων στην αγορά (π.χ. μεμβράνες PVC, μεμβράνες TPO). Μία συχνή εφαρμογή αποτελεί η επικολλωμένη μεμβράνη, η οποία διαστρώνεται επιμελώς επάνω στο σκυρόδεμα καθαριότητας (με χρήση κατάλληλης ταινίας σφράγισης στα σημεία υπερκάλυψης) και επικολλάται με το νωπό σκυρόδεμα κατά τη φάση της σκυροδέτησης της κοιτόστρωσης. Στη συνήθη περίπτωση ύπαρξης υπογείων συνιστάται η μεμβράνη της στεγανολεκάνης να συνεχίζει στα τοιχεία υπογείου, αν όχι σε όλο το ύψος τους, τουλάχιστον μέχρι την εκτιμώμενη μέγιστη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα. Σημειώνεται ότι στο σκυρόδεμα κοιτόστρωσης (όπως και σ' αυτό των τοιχείων υπογείου) συχνά προβλέπεται και η χρήση στεγανοποιητικού μάζας. Τέλος, ιδιαίτερα σε μεγάλα βιομηχανικού τύπου κτίρια, είναι συχνή και η διαμόρφωση φρεατίων άντλησης που λειτουργούν κατά τη διάρκεια της κατασκευής και αποκτούν και μόνιμο χαρακτήρα μετά το πέρας αυτής.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται και στη διαμόρφωση των



Τυπική διαμόρφωση υπόβαθρου

- 1. Πλάκα κοιτόστρωσης,
- 2. Σύστημα στεγανοποίησης,
- 3. Στρώση σκυροδέματος C12/15 πάχους 10 cm.
- 4. Πλαστικό φύλλο πάχους 0,20 mm
- 5. Εξυγιαντική στρώση πάχους 30 cm με θραυστό υλικό λατομείου 3 - 7 cm.
- 6. Φύλλο γεωυφάματος διαχωρισμού (βάρους 200 - 250 kg/m²).
- 7. Υγιές έδαφος.



5

5. Διαμόρφωση οπλισμού γενικής εσχάρας. Οκτώροφο κτίριο κατοικιών με υπόγειο. Αρχιτεκτονική μελέτη: Ιωάννα Σεφερλή, αρχιτέκτων μηχανικών, στατική μελέτη: CK Πολιτικοί Μηχανικοί & Συνεργάτες.

αρμών, διαστολικών ή συχνότερα κατασκευαστικών. Και στις δύο περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητη η χρήση υδροφραγών (πιο γνωστές ως waterstop). Οι υδροφραγές (από υλικά PVC, TPO, ελαστομερή) μπορεί να είναι είτε εξωτερικής είτε εσωτερικής χρήσης και είναι διαμήκη τεμάχια, τα οποία στη γενική τους μορφή αποτελούνται από έναν κεντρικό βολβό και δύο πτερύγια σφράγισης που ενσωματώνονται στη διατομή του σκυροδέματος της κοιτόστρωσης και εμποδίζουν την εισροή υδάτων προς το εσωτερικό της κατασκευής. Ανάλογα με την περίπτωση, οι υδροφραγές εσωτερικής χρήσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με κάποια μορφή στεγανοποίησης εξωτερικής χρήσης (τύπου στεγανολεκάνης), ως επιπλέον μέτρο προστασίας. Για την αποφυγή κακοτεχνιών κατά τη φάση της σκυροδέτησης (π.χ. δημιουργία κενών σκυροδέματος) συνιστάται οι υδροφραγές εσωτερικής τοποθέτησης να τοποθετούνται με κεκλιμένα πτερύγια. Η ακριβής γεωμετρία και διαμόρφωση (με ή χωρίς κεντρικό βολβό, με ενισχυμένο ή απλό βολβό, κεκλιμένα ή ίσια πτερύγια κ.ά.) ποικίλλει ανάλογα με τον κατασκευαστή - προμηθευτή αλλά και τις απαιτήσεις της εφαρμογής, οι οποίες καθορίζονται από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, τις αναμενόμενες πιέσεις και τις αναμενόμενες κινήσεις στον διαστολικό ή κατασκευαστικό αρμό. Συχνά οι διαστολικοί αρμοί σφραγίζονται και επιπλέον με τη χρήση διογκούμενων με το νερό διαμήκων τεμαχίων ("κορδόνια").

Όλες οι παραπάνω κατασκευαστικές τεχνικές τις περισσότερες φορές δεν εφαρμόζονται ταυτοχρόνως. Η επιλογή της τεχνικής ή του συνδυασμού τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν αποτελεί προϊόν οικονομοτεχνικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε έργου.

Επίλογος

Η κοιτόστρωση αποτελεί έναν τύπο θεμελίωσης, ο οποίος παρουσιάζει ταυτόχρονα στατικά αλλά και κατασκευαστικά πλεονεκτήματα, που την καθιστούν κατάλληλη για μεγάλο εύρος εφαρμογών, από μικρές έως και ειδικών απαιτήσεων κατασκευές. Ωστόσο, η ορθή διαμόρφωσή τους απαιτεί την εκτέλεση μιας σειράς συγκεκριμένων στατικών ελέγχων αλλά και την εφαρμογή έντεχνων κατασκευαστικών λεπτομερειών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ευρωκώδικας 2, Σχεδιασμός φορέων από σκυρόδεμα - Μέρος 1-1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.
- Ευρωκώδικας 7, Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες.
- Barnes G.E., **Εδαφομηχανική: Αρχές και εφαρμογές**, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2005.
- Αναγνωστόπουλος Α.Γ. και Παπαδόπουλος Β.Π., **Επιφανειακές θεμελιώσεις**, Εκδόσεις Συμείων, 2002.
- Leonhardt F., Mönning E., **Ολόσωμες κατασκευές, 3: Η τέχνη του οπλισμού**, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, 1975.
- Καββαδάς Μ., **Διαλέξεις του μαθήματος "Θεμελιώσεις" 6ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. - Διάλεξη 7: Πεδιλοδοκοί και κοιτοστρώσεις**, ακαδ. έτος 2020 - 2021.
- Τρέζος Κ., **Οπλισμένο σκυρόδεμα II, 7ο εξάμηνο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. Ασκήσεις πεδίων**, ακαδ. έτος 2020 - 2021.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Υπόγεια ύδατα στα θεμέλια. Μέτρα πρόληψης & αποκατάστασης ζημιών. Τεύχος 4/2017, σελ. 61.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr