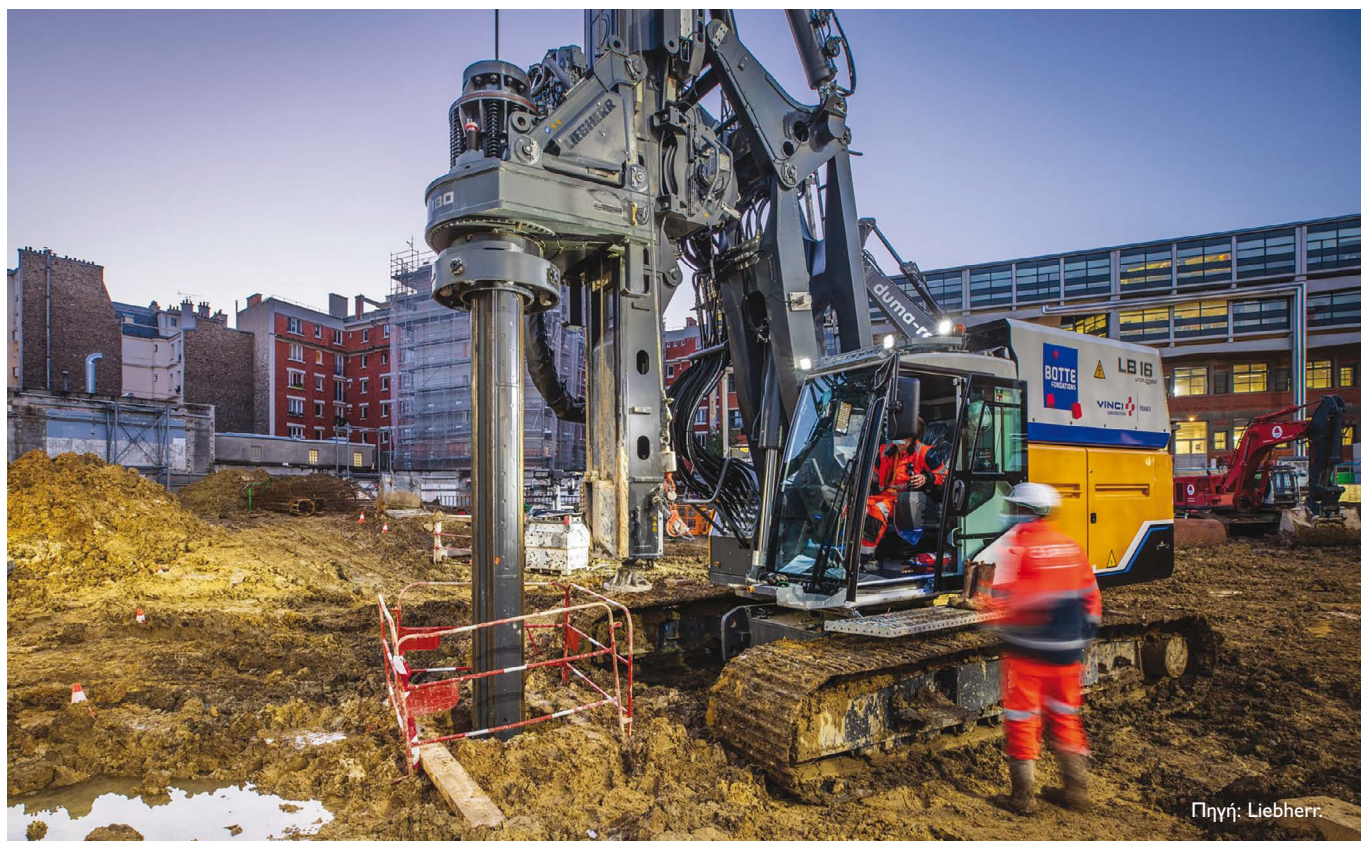


ΕΚΣΚΑΦΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΙΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΒΑΘΟΥΣ

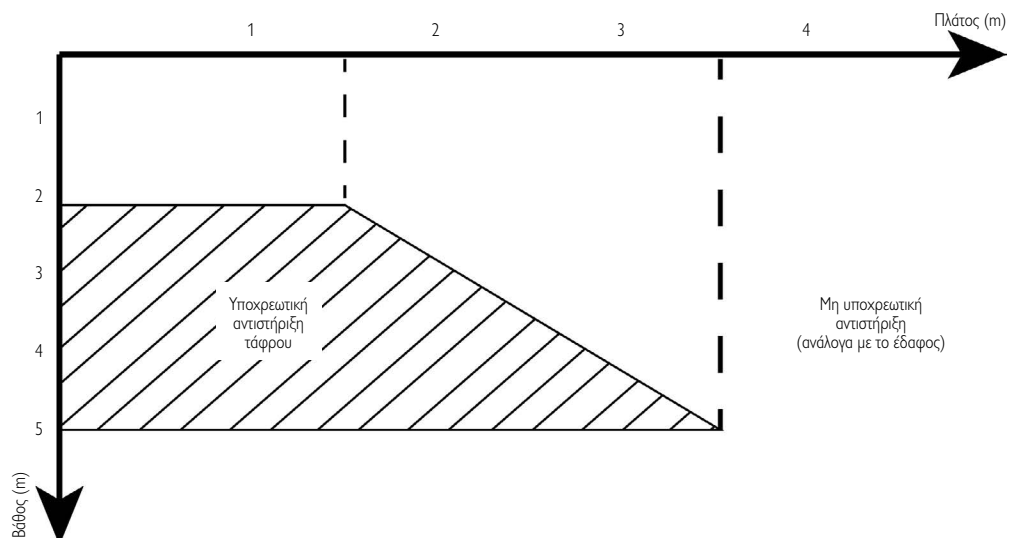
ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΟΡΟΦΩΝ



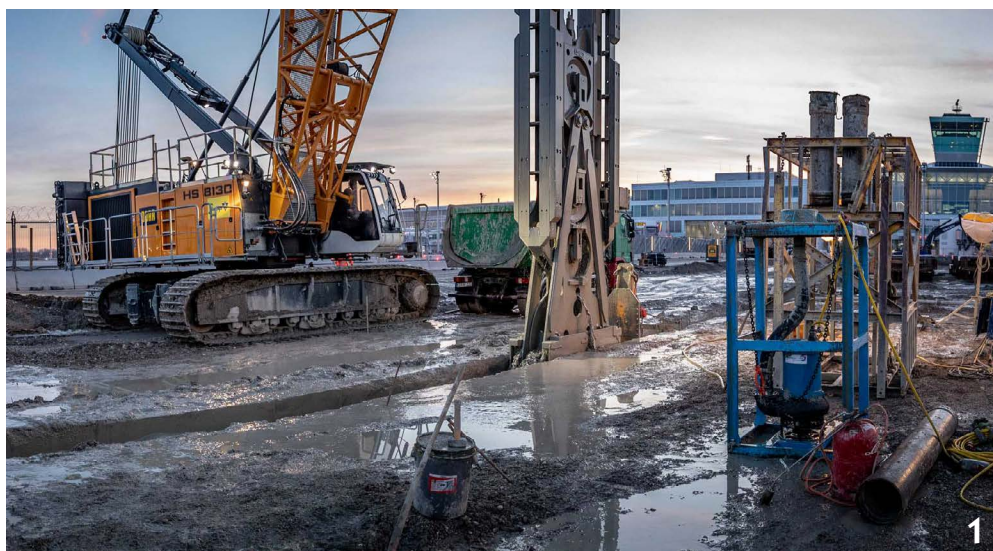
Πηγή: Liebherr.

Η κατασκευή υπογείων ορόφων είναι κρίσιμη στα σύγχρονα κτίρια, που βρίσκονται εντός του αστικού ιστού λόγω της αυξημένης ανάγκης για χώρους αποθήκευσης και στάθμευσης. Το κόστος κατασκευής τους είναι μεγαλύτερο από αυτό της ανωδομής αλλά αντισταθμίζεται από την υψηλή εμπορική τους αξία. Η κατασκευή υπογείων είναι πολύπλοκη λόγω των αντιστηρίξεων που εκτελούνται κατά την εκσκαφή και των αυξημένων απαιτήσεων στεγανοποίησης.

Τα υπόγεια κατασκευάζονται είτε ταυτόχρονα με την εκσκαφή από την επιφάνεια της γης προς τη θεμελίωση (top-down) είτε με τη μέθοδο της ανοικτής εκσκαφής. Αρχικά, πραγματοποιείται η εδαφοτεχνική έρευνα, ώστε να προσδιοριστούν οι εδαφικές στρώσεις, οι ιδιότητες του εδάφους και η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα. Όταν υπάρχουν κατεδαφισμένα κτίρια ή αρχαιολογικά ευρήματα στην περιοχή της εκσκαφής, αποτυπώνονται οι θέσεις και η γεωμετρία παλαιότερων αποχετεύσεων, θεμελίων, πασσάλων ή υπογείων που δεν απομακρύνθηκαν. Επιπλέον, ο μελετητής πρέπει να συμπεριλάβει στους υπολογισμούς του την ύπαρξη γειτονικών κτισμάτων, ώστε να μην επηρεαστεί η δομική ακεραιότητα τόσο της εκσκαφής, όσο και των όμορων κτιρίων. Η θέση γειτονικών κτιρίων και δρόμων καθορίζει και το διαθέσιμο χώρο για τη διάνοξη του σκάμματος.



Αναγκαιότητα ή μη αντιστήριξης πρανών.
 Πηγή: Άρθρο 9 Π.Δ. 1073/81.



Κατασκευή υπογείου με τη μέθοδο της ανοικτής εκσκαφής

Γενικά στοιχεία

Η πιο συνηθισμένη και απλή μέθοδος εκσκαφής περιλαμβάνει το σχηματισμό πρανών χωρίς τη χρήση μέτρων αντιστήριξης. Οι διαστάσεις του τελικού σκάμματος είναι μεγαλύτερες από τις διαστάσεις του υπογείου ή των στοιχείων της θεμελίωσης, ενώ η επιφάνεια της εκσκαφής αυξάνεται ανάλογα με την επιλεγόμενη κλίση των πρανών και το βάθος της θεμελίωσης. Η κλίση του πρανούς ποικίλλει από 1:3 για χαλαρά έως 3:1 για βραχώδη εδάφη. Όταν το βάθος της εκσκαφής είναι μεγάλο, τότε κατασκευάζονται και αναβαθμοί - σκαλοπάτια για την εξασφάλιση της ευστάθειας του πρανούς. Συνεπώς, αυτή η μέθοδος είναι ιδανική για εκσκαφές μικρού ή μεσαίου βάθους, αλλά απαιτείται μεγαλύτερος όγκος χωματισμών. Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται τοίχοι από πασσαλοσανίδες για να μειωθεί η επιφάνεια εκσκαφής. Οι πασσαλοσανίδες είναι αλληλοκαλυπτόμενα στις άκρες τμήματα κυματοειδούς λαμα-

ρίνας, που εμπήγονται στο έδαφος πριν από την έναρξη των εκσκαφών με ειδικό μηχάνημα. Όταν απαιτείται περισσότερη αντοχή με την πρόοδο των εκσκαφών, τοποθετούνται προσωρινές αντηρίδες για τη μείωση του ελεύθερου ανοίγματος του τοίχου και αφαιρούνται μετά το τέλος των εργασιών. Οι πασσαλοσανίδες επαναχρησιμοποιούνται, αλλά έχουν μειωμένο χρόνο ζωής, διότι συχνά καταστρέφονται κατά την έμψη ή κατά την αφαίρεσή τους. Αυτή η μέθοδος προτείνεται για εκσκαφές μικρού ή μεσαίου βάθους και κυρίως για τη διάνομιξη τάφρων για τη τοποθέτηση σωληνώσεων αποχέτευσης.

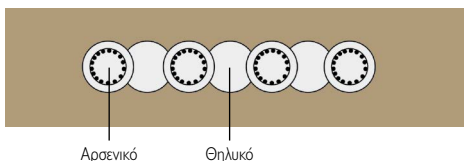
Εκσκαφές μεγάλου βάθους

Οι εκσκαφές μεγάλου βάθους γίνονται είτε με την κατασκευή διαφραγματικών τοίχων οπλισμένου σκυροδέματος είτε με πασσαλότοιχους. Οι διαφραγματικοί τοίχοι έχουν σταθερό πάχος σε όλο το μήκος τους και κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η κατασκευή τους ξεκινά με τη διάνομιξη ενός καναλιού στο έδαφος πλάτους 1 m και βάθους 1,5 m, στο οποίο σκυροδετούνται οι τοιχίσκοι - οδηγοί για την καθοδή-

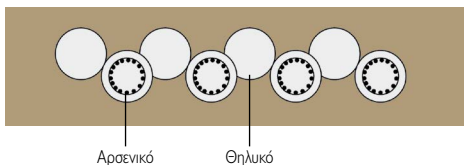
1. Η κατασκευή του διαφραγματικού τοίχου ξεκινά με τη διάνομιξη ενός καναλιού στο έδαφος πλάτους 1 m και βάθους 1,5 m, ανεξάρτητα από το τελικό πάχος του διαφραγματικού τοίχου για την τοποθέτηση του εξοπλισμού, στο οποίο σκυροδετούνται οι τοιχίσκοι - οδηγοί για την καθοδήγηση της σκαπτικής αρπάγης.
 Πηγή: Ground Engineering.

ΕΙΔΗ ΠΑΣΣΑΛΟΤΟΙΧΩΝ

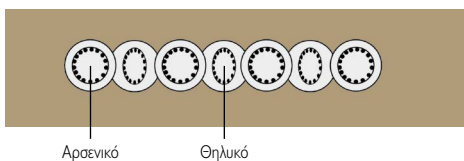
Α) Πασσαλοδιάφραγμα ελαφριάς κατασκευής με άοπλους θηλυκούς πασσάλους που τοποθετούνται πρώτοι και οπλισμένους αρσενικούς πασσάλους, που τοποθετούνται, κόβοντας τους θηλυκούς.



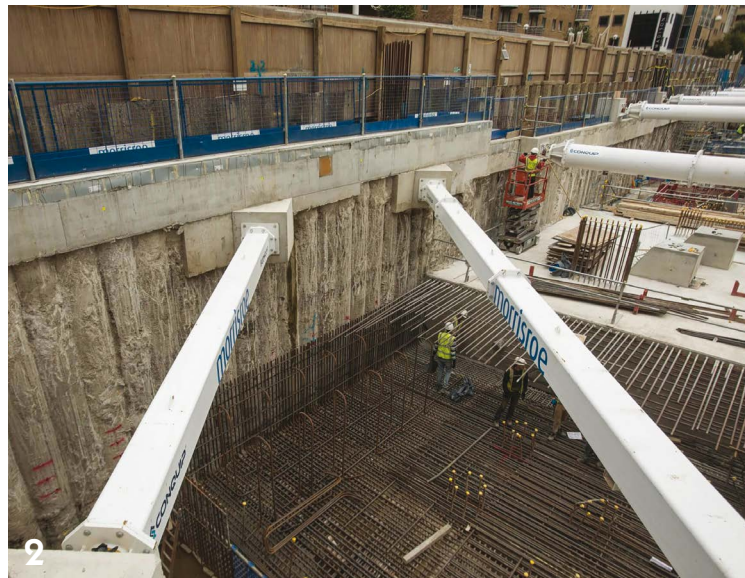
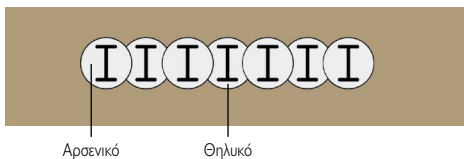
Β) Πασσαλοδιάφραγμα ελαφριάς κατασκευής με άοπλους θηλυκούς πασσάλους που τοποθετούνται πρώτοι και οπλισμένους αρσενικούς που τοποθετούνται, ακολούθως. Αυτή η διάταξη χαρακτηρίζεται από ευκολία στην έμπηξη των πασσάλων διότι οι πάσσαλοι δεν είναι αλληλοτεμνόμενοι και το γεωτρήπανο δεν απαιτείται να τρυπήσει το σκυρόδεμα για την τοποθέτηση των οπλισμένων πασσάλων.



Γ) Πασσαλοδιάφραγμα βαριάς κατασκευής με συμβατικούς οπλισμούς. Σ' αυτήν τη διάταξη οι θηλυκοί πάσσαλοι οπλίζονται στον πυρήνα, έτσι ώστε να μπορούν να κόβονται περιμετρικά.



Δ) Πασσαλοδιάφραγμα βαριάς κατασκευής με όπλιση από διατομές μορφοκάλυβα αντί για συμβατικούς οπλισμούς. Για τους θηλυκούς πασσάλους ισχύει ότι και στην περίπτωση Γ.



γηση της σκαπτικής αρπάγης και την κυκλοφορία του μπεντονιτικού αιωρήματος. Το τελευταίο λειτουργεί ως σφραγιστικό υγρό και δεν επιτρέπει την διείσδυση υπόγειων υδάτων στην τάφρο του διαφραγματικού τοίχου κατά τη διάρκεια κατασκευής του. Ο διαφραγματικός τοίχος χωρίζεται κατά μήκος της περιμέτρου της εκσκαφής σε τμήματα από 2,5 έως 7,0 m, τα οποία σκυροδετούνται ένα παρά ένα. Σε κάθε τμήμα τοποθετούνται "μεταλλικοί αρμοί" ειδικής κατασκευής στα άκρα του για τη σύνδεσή του με τα υπόλοιπα, ενώ γίνεται εκσκαφή της τάφρου μέχρι το τελικό βάθος και πλήρωσή της με μπεντονιτικό αιώρημα. Κατόπιν, τοποθετείται ο οπλισμός και αντλείται το μπεντονιτικό αιώρημα για να επαναχρησιμοποιηθεί ενώ ταυτόχρονα αντικαθίσταται από σκυρόδεμα. Ο διαφραγματικός τοίχος χρησιμοποιείται ως η εξωτερική παρειά του ξυλότυπου των τοιχίων υπογείου και, επειδή είναι λείος, δεν απαιτούνται επιπλέον κονιάματα ή ειδικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες για την εξομάλυνση της επιφάνειάς του. Τέτοιου είδους αντιστηρίξεις εφαρμόζονται σε αμμώδη μη συνεκτικά εδάφη και σε εκσκαφές κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου οριζοντα.

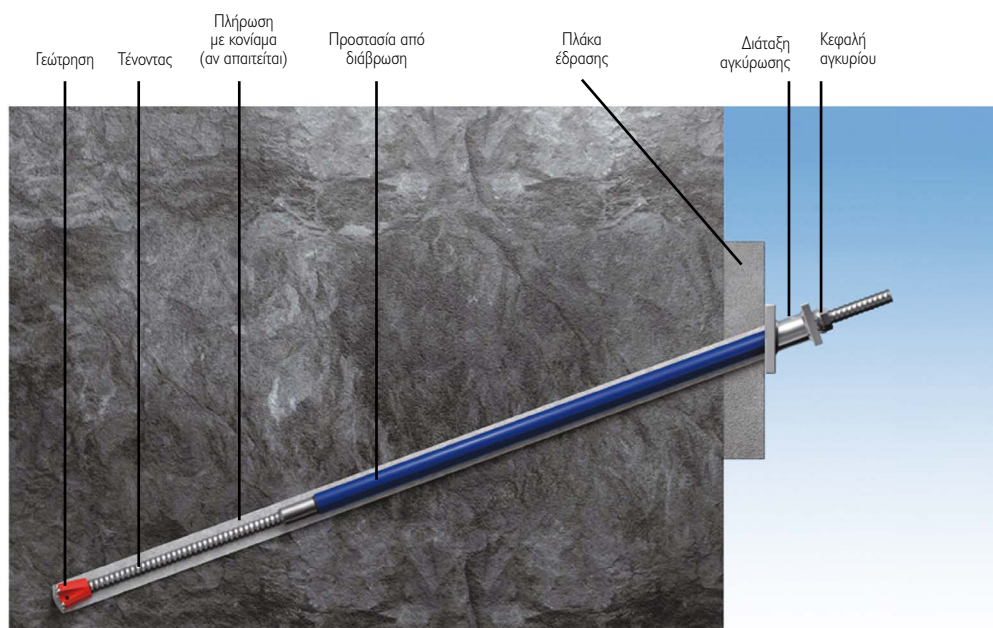
Μια άλλη μέθοδος για βαθιές εκσκαφές είναι αυτή των πασσαλοδιαφραγμάτων. Έγχυτοι φρεατοπάσσαλοι ή μικροπάσσαλοι από οπλισμένο σκυρόδεμα τοποθετούνται ως κατακόρυφα στοιχεία της αντιστήριξης και ενώνονται με κεφαλόδεσμους από οπλισμένο σκυρόδεμα στην κορυφή του σκάμματος και σε ενδιάμεσα ύψη, εφόσον απαιτείται. Σε αμμώδη μη συνεκτικά εδάφη, ιδιαίτερα σε εκσκαφές κάτω από τον υδροφόρο οριζοντα, κατασκευάζονται αλληλοτεμνόμενοι πάσσαλοι, οι οποίοι μπορεί να είναι εναλλάξ οπλισμένοι και άοπλοι αντίστοιχα. Οι άοπλοι πάσσαλοι μπορεί να είναι παραταγμένοι ανάμεσα στους οπλισμένους ή σε απόσταση από αυτούς για να απλοποιηθεί η διαδικασία έμπηξής τους. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν διατομές μορφοκάλυβα αντί για οπλισμούς. Ο όγκος του πασσαλότοιχου είναι αυξημένος σε σχέση με τον διαφραγματικό και επηρεάζει τις επιλογές του αρχιτέκτονα για τη διαμόρφωση των υπόγειων χώρων. Το κόστος των πασσαλοδιαφραγμάτων είναι παρόμοιο με αυτό των διαφραγματικών τοίχων. Οι τοίχοι "Βερολίνου" κατασκευάζονται από μεταλλικούς πασσάλους ΗΕΑ, ΗΕΒ ή 2xUPN ή από πασσάλους οπλισμένου

2. Τα πασσαλοδιαφράγματα αποτελούνται από πασσάλους που ενώνονται στη στέψη του σκάμματος με κεφαλόδεσμους.
Πηγή: Bachy Soletanche.

3. Οι τοίχοι "Βερολίνου" κατασκευάζονται με μεταλλικούς πασσάλους ή πασσάλους οπλισμένου σκυροδέματος, ενώ τα τμήματα ανάμεσά τους σκυροδετούνται με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή πληρώνονται με ξύλινες σανίδες.
Πηγή: De Waal.

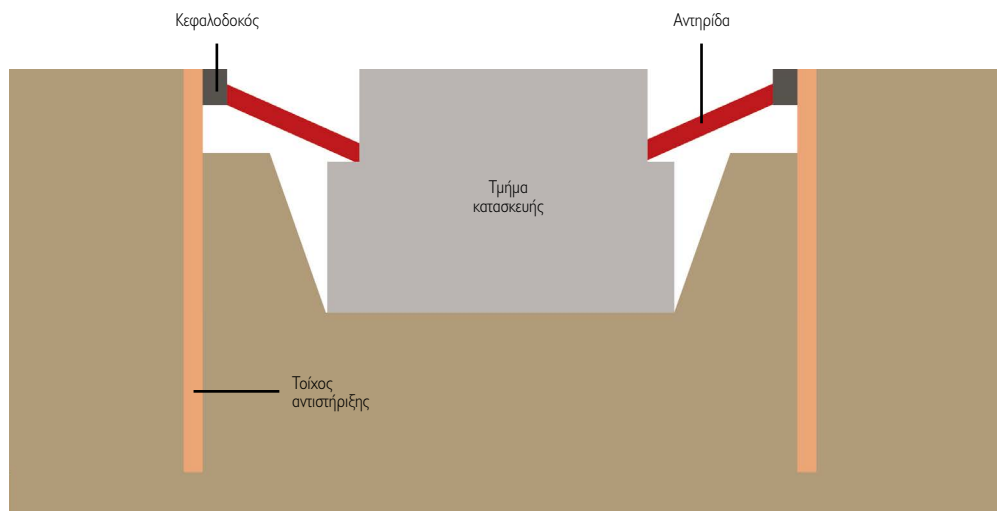


4



Τα προεντεταμένα αγκύρια αποτελούνται από τένοντας, αγκυρωμένους στο έδαφος με κονίαμα.

Εκκαφή με τον σχηματισμό νησίδων. Η διεύθυνση εκκαφής είναι από μέσα προς τα έξω.



4. Οι αντηρίδες είναι μεταλλικά στοιχεία σωληνοειδούς διατομής που τοποθετούνται στις γωνίες και παράλληλα προς τη μικρότερη πλευρά του σκάμματος.
 Πηγή: Ground Engineering.

σκυροδέματος, που τοποθετούνται σε αποστάσεις περίπου 2 m. Κατόπιν, εκτελείται η εκσκαφή μέχρι ένα συγκεκριμένο βάθος, συνήθως μικρότερο από το τελικό βάθος της εκσκαφής, τοποθετούνται οι οπλισμοί στα ενδιάμεσα τμήματα και γίνεται η σκυροδέτηση τους συνήθως με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Στις κεφαλές των πασσάλων και σε ενδιάμεσα ύψη τοποθετούνται δοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα ή μορφοχάλυβα ανάλογα με το υλικό των πασσάλων. Αυτή η μέθοδος εκσκαφής θεωρείται ως η πιο οικονομική και χρησιμοποιείται για την αντιστήριξη συνεκτικών εδαφών επάνω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα με περιορισμένες απαιτήσεις στεγανοποίησης.

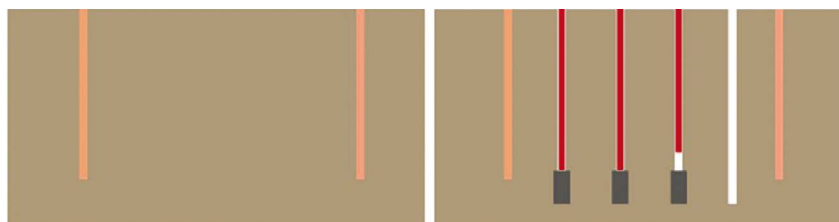
Βελτιστοποίηση πάχους τοίχων αντιστήριξης

Η μείωση του πάχους τοίχου αντιστήριξης επιτυγχάνεται με τη μείωση του ελεύθερου ύψους του με την τοποθέτηση αντηρίδων ή εδαφικών αγκυριών. Οι αντηρίδες είναι μεταλλικά στοιχεία συνήθως σωληνοειδούς διατομής, τα οποία τοποθετούνται είτε στις γωνίες της εκσκαφής είτε εκτείνονται παράλληλα προς τη μικρότερη πλευρά του σκάμματος. Αυτά τα στοιχεία είναι μεγάλης διατομής λόγω του μεγάλου μήκους τους, ώστε να αποφευχθεί αστοχία λόγω λυγισμού. Οι αντηρίδες συνδέονται αρθρωτά σε κεφαλοδοκούς από οπλισμένο σκυρόδεμα ή μορφοχάλυβα, που τοποθετούνται στο ανώτερο σημείο του τοίχου αντιστήριξης και ανά περίπου 10 m σύμφωνα με τη γεωτεχνική μελέτη.

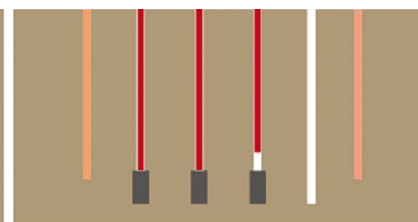
Εναλλακτικά χρησιμοποιούνται εδαφικά αγκύρια, που είναι συνήθως μεταλλικοί τένοντες και πιο σπάνια πάσσαλοι. Για να τοποθετηθούν, ανοίγεται οπή στον τοίχο αντιστήριξης και στο έδαφος πίσω από το τοίχο. Ύστερα, είτε τοποθετείται ο οπλισμός του πάσσαλου και σκυροδετείται είτε τοποθετούνται μεταλλικοί τένοντες. Στη δεύτερη περίπτωση προστίθεται ρητίνη ή κονίαμα σε τμήμα ή σε όλο το μήκος των τένοντων, για να εξασφαλιστεί η συνάφειά τους με το έδαφος. Όταν δεν εξασφαλίζεται πλήρης συνάφεια, τότε οι τένοντες προεντείνονται, ώστε να παραλαμβάνουν τόσο εφελκυστικά, όσο και θλιπτικά φορτία, όταν αυτό απαιτείται. Σ' αυτήν την περίπτωση πρέπει ο εργολάβος να ακολουθεί τα πρωτόκολλα δοκιμών σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.

Επιπλέον, το πάχος του τοίχου αντιστήριξης μπορεί να μειωθεί ανάλογα με τη μεθοδολογία εκσκαφής που ακολουθείται. Μια λύση περιλαμβάνει την εκσκαφή μικρότερων σκαμμάτων - νησίδων στο κέντρο της κάτοψης με το σχηματισμό πρανών από τα προϊόντα της εκσκαφής και τη σκυροδέτηση τμήματος της τελικής κατασκευής. Κατόπιν, η εκσκαφή επεκτείνεται προς την περίμετρο της κάτοψης με αντιστήριξή της με αντηρίδες στο τμήμα του νέου κτιρίου, που σκυροδετήθηκε. Αυτή η μέθοδος είναι ιδανική για μεγάλες επιφάνειες εκσκαφής, στις οποίες οι αντηρίδες δεν είναι κατασκευάσιμες λόγω των μεγάλων διατομών που απαιτούνται. Ακόμη, δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε μικρά οικόπεδα, τα οποία βρίσκονται σε περιοχές με πυκνή δόμηση.

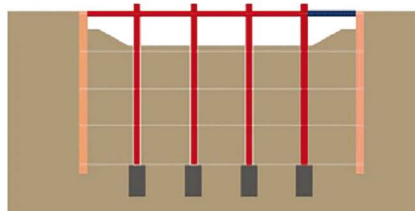
Μια άλλη μέθοδος εκσκαφής περιλαμβάνει τον χωρισμό του σκάμματος σε ζώνες - λωρίδες κάθετες στον άξονα ενός τοίχου αντιστήριξης. Το πλάτος της κάθε ζώνης είναι μικρότερο του ύψους της εκσκαφής ή του ελεύθερου ύψους του τοίχου. Ύστερα, γίνεται η πλήρης εκσκαφή των ζωνών μία παρά μία και σκυροδετείται τμήμα της πλάκας και των τοιχωμάτων του υπογείου. Μ' αυτόν τον τρόπο ο τοίχος αντιστήριξης λειτουργεί ως μια τριέρεστη πλάκα, μεταφέροντας τα φορτία παράλληλα προς τον οριζόντιο άξονα και όχι μόνο



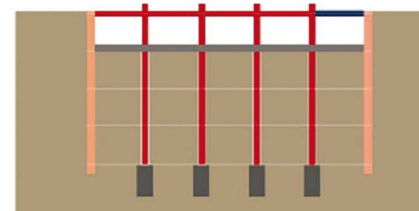
Α. Σκυροδέτηση, εφόσον απαιτείται, των τοίχων υπογείου.



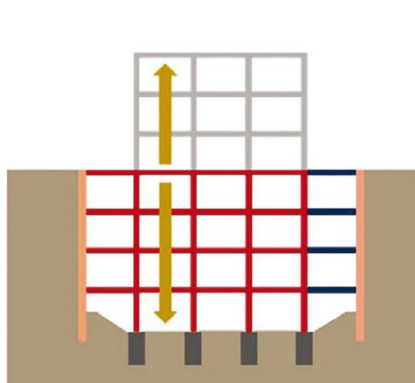
Β. Τοποθέτηση των στύλων σε μονοπάσσαλους.



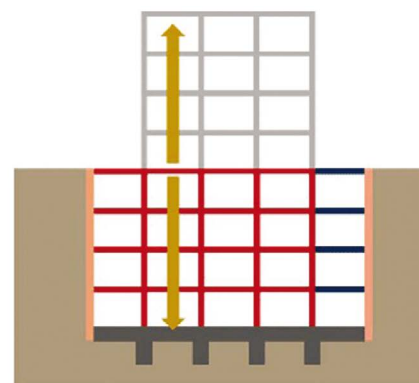
Γ. Σκυροδέτηση της πλάκας ισόγειου και εκσκαφή του Α' υπογείου.



Δ. Σκυροδέτηση της πλάκας Α' υπογείου.



Ε. Κατασκευή των υπόγειων ορόφων και της ανωδομής.



ΣΤ. Ολοκλήρωση της κατασκευής.

Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου κατασκευής από επάνω προς τα κάτω.

ως πρόβολος. Αυτή η μέθοδος ενδείκνυται για μικρό βάθος σκάμματος, διότι σκυροδετούνται τοίχοι αντιστήριξης μόνο στην περίμετρο της εκσκαφής, ενώ εσωτερικά διαμορφώνονται πρανή για τη σταθεροποίηση της εκσκαφής.

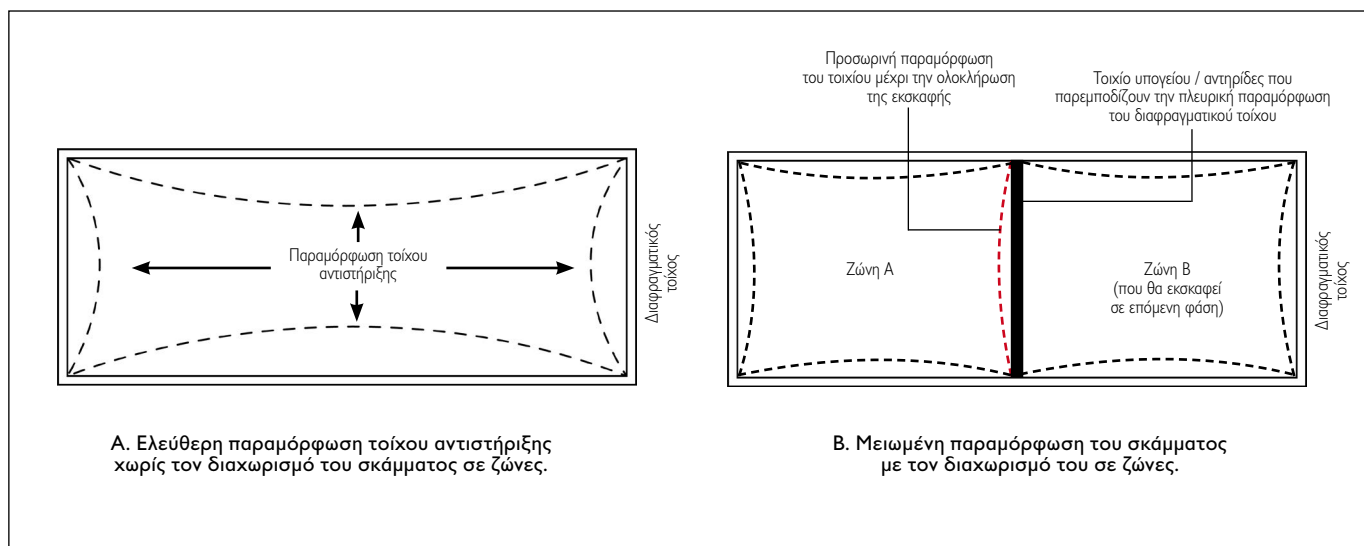
Κατασκευή υπογείων από επάνω προς τα κάτω

Η κατασκευή υπογείων από επάνω προς τα κάτω (top - down) είναι μια μέθοδος που ενδείκνυται για κτίρια με πολλούς υπόγειους ορόφους σε κέντρα μεγαλουπόλεων και για εκσκαφές με μεγάλη πιθανότητα εύρεσης αντικειμένων μεγάλης αρχαιολογικής αξίας.

Στην περίπτωση, των κτιρίων με πολλούς υπόγειους ορόφους, το πάχος του τοίχου αντιστήριξης θα προέκυπτε ασύμφορα μεγάλο σε σχέση με την ανοικτή εκσκαφή. Στην περίπτωση των γηπέδων με πιθανότητα εύρεσης αρχαιολογικών αντικειμένων, θα καταστρέφονταν ή θα έπρεπε να μετακινηθούν σημαντικά αρχαιολογικά ευρήματα κατά την εκσκαφή.

Σύμφωνα με αυτήν τη μέθοδο τοποθετούνται μονοπάσσαλοι ανά υποστύλωμα οπλισμένου σκυροδέματος. Το τμήμα του

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ					
Είδος αντιστήριξης	Ανοιχτή εκσκαφή με πρανή	Εκσκαφή με πασσαλοσανίδες	Διαφραγματικός τοίχος	Πασσαλοδιαφράγματα	Τοίχοι Βερολίνου
Γεωμετρία εκσκαφής	Κλίση πρανών 1:3 για χαλαρά εδάφη έως 3:1 για βραχώδη εδάφη.	Κυματοειδής λαμαρίνα ύψους ίσου με L/10, L ελεύθερο ύψος της εκσκαφής.	Πάχος τοίχου min (βάθους εκσκαφής/6, Απόσταση αντηρίδων/12, μήκος πετάσματος/12)	Διάμετρος πασσάλων = min (βάθους εκσκαφής/6, Απόσταση αντηρίδων/12) Πάχος ενδιάμεσων τμημάτων = απόσταση μεταξύ των πασσάλων/12	Αποστάσεις πασσάλων = 2 m Διάμετρος / ύψος διατομής πασσάλου L/10, L ελεύθερο ύψος πασσάλου
Κόστος κατασκευής	+	+	+++	+++	++
Βάθος εκσκαφής	Μέτριο	Μέτριο	Μεγάλο	Μεγάλο	Μεγάλο
Συμπεριφορά σε συνεκτικά εδάφη	+++	+++	+++	+++	+++
Συμπεριφορά σε μη συνεκτικά εδάφη κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα	+	+++	+++	+++	+



Με τον διαχωρισμό της εκσκαφής σε ζώνες μειώνονται οι παραμορφώσεις και τα απαιτούμενα πάχη των τοίχων αντιστήριξης.

πασσάλου επάνω από το δάπεδο του τελευταίου υπογείου μπορεί να είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα ή από διατομή μορφοχάλυβα, εμπηγμένου στον πάσσαλο.

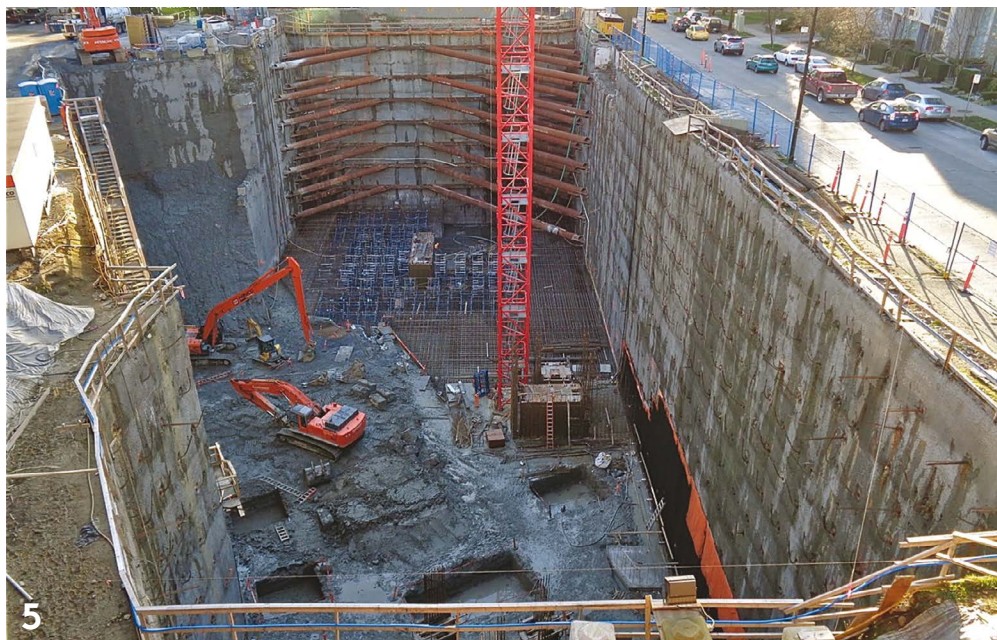
Κατόπιν, για κάθε όροφο από επάνω προς τα κάτω γίνεται η σκυροδέτηση της πλάκας οροφής με μια μεγάλη οπή, ώστε να χωρούν τα σκαπτικά μηχανήματα και εκτελείται η εκσκαφή και η προσωρινή υποστήριξη της οροφής και της περιμέτρου της εκσκαφής. Η σκυροδέτηση της πλάκας δαπέδου γίνεται με έγχυτο επι τόπου σκυρόδεμα, ενώ τα περιμετρικά τοιχεία κατασκευάζονται συνήθως από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα να απαιτείται εξομάλυνση της τελικής τους επιφάνειας. Οι δοκοί και οι υπόλοιποι στυλοί κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα ή από μορφοχάλυβα.

Το κόστος αυτής της μεθόδου και ο χρόνος εκτέλεσης των εργασιών είναι μεγαλύτερος από τις μεθόδους ανοικτής εκσκαφής, απαιτείται ειδικό αντλητικό δίκτυο για τη σκυροδέτηση

και οι πλάκες των υπογείων υπερδιαστασιολογούνται ή αντιστηρίζονται για την υποστήριξη φορτίων διέλευσης φορτηγών, εκσκαφών και συγκέντρωσης προϊόντων εκσκαφής. Επιπλέον, απαιτείται αρκετά μεγάλος όγκος ικριωμάτων υποστήριξης και αντηρίδων. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι μπορεί να κατασκευάζεται ταυτόχρονα και η ανωδομή, χωρίς να απαιτείται πρώτα η ολοκλήρωση αρχαιολογικών εργασιών, ότι μειώνεται το μέγεθος του εργοταξίου και ότι τα τοιχεία υπογείου έχουν μικρότερο πάχος.

Διαχείριση υδάτων στις εκσκαφές

Για την απορροφή των επιφανειακών υδάτων στα χείλη της εκσκαφής διαμορφώνονται κατάλληλες κλίσεις στο έδαφος, οδηγώντας τα επιφανειακά ύδατα μακριά από την εκσκαφή. Ο πυθμένας της εκσκαφής διαμορφώνεται με κατάλληλες κλίσεις και κανάλια



απορροής, ώστε τα νερά που διεισδύουν στο σκάμμα να καθοδηγούνται μέσω καναλιών συλλογής σε φρεάτια, στα οποία υπάρχουν αντλίες για τη διοχέτευσή τους στο δίκτυο αποχέτευσης. Όταν η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα είναι υπερψωμένη, τότε προσδιορίζεται η παροχή του νερού και λαμβάνονται μέτρα είτε για την παρεμπόδιση της διείσδυσής τους είτε για την άντλησή τους.

Στην πρώτη περίπτωση, της παρεμπόδισης της διείσδυσης των υπόγειων υδάτων, τοποθετούνται διαφραγματικοί τοίχοι ή πασσαλότοιχοι ή διανοίγονται και πληρώνονται βαθιά κανάλια στο έδαφος με σφραγιστικά διαλύματα, όπως διάλυμα μπεντονίτη. Τα τοιχεία της εκσκαφής συνεχίζουν αρκετά κάτω από τη βάση της εκσκαφής, ώστε να ανακατευθύνουν τη ροή των υπόγειων υδάτων. Η δεύτερη προσέγγιση της άντλησης των υδάτων που εισέρχονται στο σκάμμα, περιλαμβάνει την κατασκευή πηγαδιών περιμετρικά και εντός της εκσκαφής. Ο αριθμός των φρεα-

τίων εξαρτάται από τη διάμετρο των σωλήνων άντλησης και το βάθος τους. Πολλές φορές διανοίγονται φρεάτια πεπλεγμένου αέρα, για να δημιουργηθεί αρνητική πίεση και να αλλάξει η ροή των υπόγειων υδάτων.

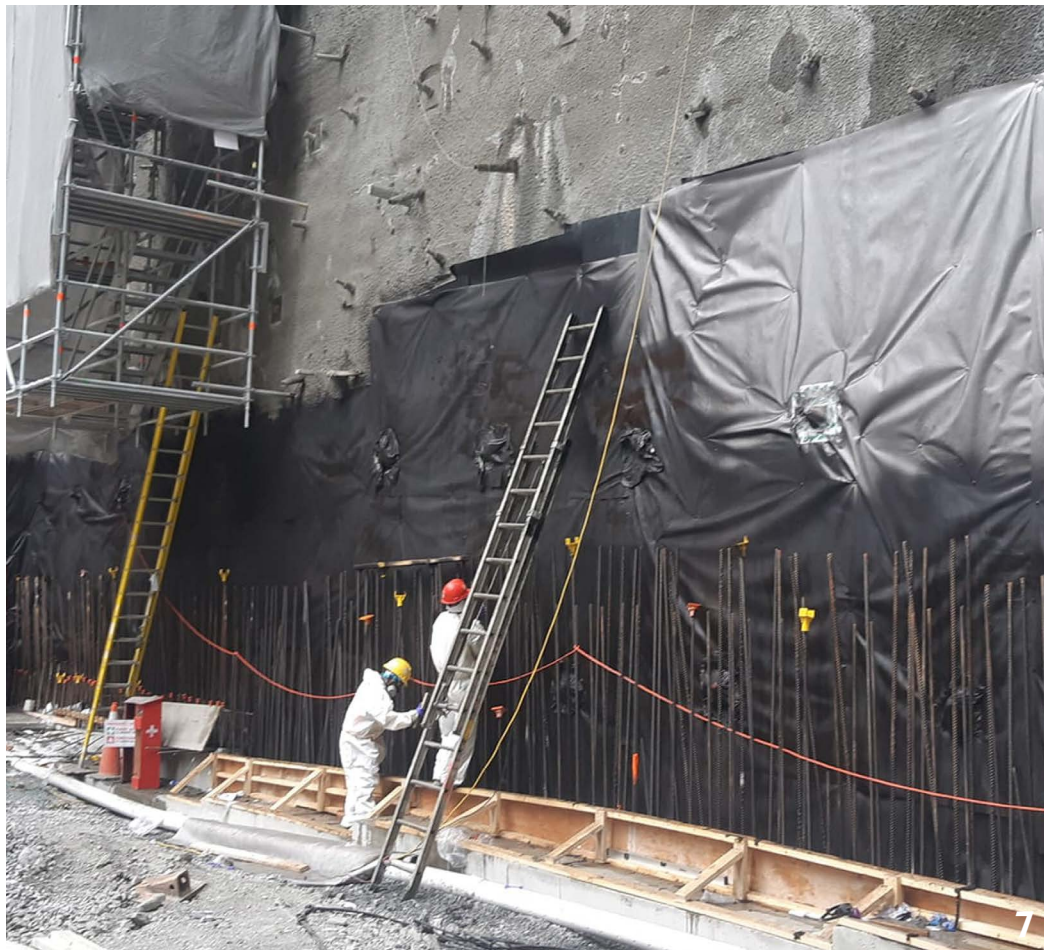
Ασφάλεια στις εκσκαφές

Κατά την εκσκαφή εντοπίζονται και οριοθετούνται ή μετατοπίζονται τα υπόγεια δίκτυα κοινής ωφέλειας για να μειωθεί ο κίνδυνος ατυχήματος ή πρόκλησης ζημιάς σε αυτά. Με βάση το βάθος και το πλάτος της εκσκαφής καθορίζεται αναγκαιότητα για αντιστηρίξεις.

Τμήματα βράχων, λίθων ή χωμάτων που προεξέχουν ή είναι επισφαλής αποκόπτονται με βάση τις οδηγίες του τεχνικού ασφαλείας ή άλλου κατάλληλου προσώπου, λαμβάνοντας όλα τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα. Στο σκάμμα πρέπει να υπάρ-

5. Η κατασκευή υπόγειων ορόφων απαιτεί ειδικά μέτρα αντιστήριξης και στεγανοποίησης.
Πηγή: Forum contributor mcminsen.

6. Η εκσκαφή των υπογείων μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους και για τη στεγανοποίησή τους απαιτείται ιδιαίτερη φροντίδα.
Πηγή: Epro.



7. Για το γεφύρωμα της εκσκαφής μπορούν να χρησιμοποιούνται φορητές γέφυρες με αντιολισθηρά δάπεδα, οι οποίες πρέπει να παρέχουν προστασία έναντι πτώσης, αν το βάθος της τάφρου είναι μεγαλύτερο από 75 cm.
Πηγή: Greer Spray Foam.

χει κατάλληλη διαμόρφωση και μηχανισμούς για τη συλλογή, την άντληση και απομάκρυνση των υδάτων από το χώρο των εκσκαφών. Τα χείλη της εκσκαφής πρέπει να περιφράσσονται και η απόθεση προϊόντων εκσκαφής ή άλλων υλικών να γίνεται σε απόσταση τουλάχιστον 1 m από τα χείλη της εκσκαφής. Για το γεφύρωμα της εκσκαφής μπορούν να χρησιμοποιούνται φορητές γέφυρες με αντιολισθηρά δάπεδα, οι οποίες πρέπει να παρέχουν προστασία έναντι πτώσης, αν το βάθος της τάφρου είναι μεγαλύτερο από 75 cm. Το πλάτος τους πρέπει να είναι τουλάχιστον 75 cm, ενώ, αν χρησιμοποιούν για τη μεταφορά φορτίων, πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,25 m.

Οι φορητές σκάλες απλές ή αρθρωτές τοποθετούνται με κλίση 1:4 και προεξέχουν τουλάχιστον 1 m από τα χείλη της εκσκαφής, ενώ είναι δεμένες στο επάνω σημείο στήριξης σταθερά και το κάτω σημείο σταθεροποιείται με μηχανικά μέσα ή το κρατά άλλος εργαζόμενος. Σε σκάλες ύψους άνω των 6 m ο εργαζόμενος επιβάλλεται να φορά κατάλληλη ζώνη ασφαλείας, που παρέχεται από τον εργοδότη και στην περίπτωση βαθιών εκσκαφών πρέπει ανά 10 m να προβλέπεται αναπαυτήριο για τις σκάλες εργασίας.

Η κατασκευή υπογείων μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους εκσκαφής, ανάλογα με τα διαθέσιμα μέσα και τον προϋπολογισμό του έργου. Κάποιες κατασκευές αντιστήριξης είναι μόνιμες, ενώ κάποιες άλλες είναι προσωρινές. Σε τέτοια έργα πρέπει ο πολιτικός μηχανικός σε συνεργασία με τον αρχιτέκτονα να προτείνει λύσεις, λαμβάνοντας υπόψη την αειφορία της κατασκευής, ώστε είτε να προταθούν προσωρινά έργα αντιστήριξης με ανακυκλώσιμα δομικά στοιχεία είτε μόνιμοι τοίχοι αντιστήριξης, που θα ενταχθούν στον τελικό φορέα του κτιρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κωμοδρόμος Α., **Θεμελιώσεις, αντιστήριξεις, οριακή ισορροπία, αριθμητικές μέθοδοι**, εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα 2012.
- Αναγνωστόπουλος Χ., Χατζηγώγος Θ., Αναστασιάδης Α., Πιπιάκης Δ., **Θεμελιώσεις αντιστήριξεις και γεωτεχνικά έργα**, εκδ. Αϊβάζη, Θεσσαλονίκη 2012.
- Ευρωκώδικας 7, τμήμα I-I (1997-I:2004): **Γεωτεχνικός σχεδιασμός: Γενικοί κανόνες**, Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης, Rue de Strassart, 36, BI 050, Brussels.
- Trotmann P., **GBG 72: Basement construction and waterproofing**, εκδ. IHS BRE Press, 2007.
- Kubal M., **Construction waterproofing handbook**, εκδ. McGraw Hill, 2008.
- <https://geoconstruction.gr/>
- <https://hmconstruction.gr/blog/antistirixi-methodoi-ylika/>
- <https://theconstructor.org/practical-guide/excavation-methods-deep-foundations/21157/>
- <http://www.geostatiki.gr/6c.htm>

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Στεγανοποίηση υπογείων με βάση τα χαρακτηριστικά του κτιρίου & του εδάφους.**
Τεύχος 1/2015, σελ. 65.
- **Στεγανοποίηση υπόγειων κατασκευών.**
Τεύχος 9/2011, σελ. 85.

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