

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-03-00:2023

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ
HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION



Δονητική αντικατάσταση εδαφών (κατασκευή χαλικοπασσάλων)

Vibratory soil replacement (stone column construction)

Κλάση τιμολόγησης: 8

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή αναθεωρεί και αντικαθιστά την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-03-00:2009.

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εκπονήθηκε από Εμπειρογνώμονες και ελέγχθηκε και αξιολογήθηκε από Επιμελητή/ Ειδικό – Εμπειρογνώμονα στο αντικείμενό της, που υποβοήθησαν το έργο της ΕΛΟΤ/ΤΕ99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», την γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-03-00 εγκρίθηκε την 2023-03-17 από την ΕΛΟΤ/ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών.

Τα αναφερόμενα στις τυποποιητικές παραπομπές ευρωπαϊκά, διεθνή και εθνικά Πρότυπα διατίθενται από τον ΕΛΟΤ.

© ΕΛΟΤ 2023

Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, κανένα μέρος αυτού του Προτύπου δεν επιτρέπεται να αναπαραχθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, περιλαμβανομένων φωτοαντιγράφων και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ
Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ 50, 121 33 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί	6
4 Απαιτήσεις.....	7
4.1 Απαιτήσεις γεωτεχνικών ερευνών κατά το στάδιο της Μελέτης	7
4.2 Γενικές απαιτήσεις εκτέλεσης εργασιών.....	8
4.3 Απαιτήσεις δοκιμών	9
4.4 Απαιτήσεις για τα ενσωματούμενα υλικά.....	9
4.5 Ανοχές.....	10
4.6 Απαιτήσεις τήρησης στοιχείων κατά την εκτέλεση των εργασιών	10
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών.....	10
5.1 Γενικά	10
5.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού.....	11
5.3 Κατασκευή χαλικοπασσάλων	11
6 Κριτήρια αποδοχής τελειωμένης εργασίας.....	16
7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών	17
Παράρτημα Α (πληροφοριακό) Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος.....	18
Βιβλιογραφία	20

Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΕΤΕΠ) εντάσσεται στην ενότητα των τεχνικών κειμένων που είχαν αρχικά προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και στην συνέχεια επεξεργάστηκε ο ΕΛΟΤ προκειμένου να εφαρμόζονται στην κατασκευή των δημοσίων τεχνικών έργων στην χώρα, με σκοπό την παραγωγή έργων άριτων και ικανών να ανταποκριθούν και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που υπέδειξαν την κατασκευή τους και να αποβούν επωφελή για το κοινωνικό σύνολο.

Στο πλαίσιο σύμβασης μεταξύ του ΕΣΥΠ/ΕΛΟΤ και του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών (ΑΔΑ 6ΕΟΒ465ΧΘΞ-02Τ), ο ΕΛΟΤ ανέλαβε την υποχρέωση να επεξεργασθεί και να επικαιροποιήσει τριακόσιες δεκατέσσερις (314) Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ), ως Έκδοση 2η σύμφωνα με τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα και Κανονισμούς και με τις διαδικασίες που προβλέπονται στον Κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών και στον Κανονισμό σύστασης και λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης.

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εκπονήθηκε από τον ανάδοχο του κλειστού διαγωνισμού με αριθμ. διακήρυξης 1/2020 για την ανάθεση του έργου «Αναθεώρηση 1ης έκδοσης 314 ΕΤΕΠ» (ΑΔΑ ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ), ελέγχθηκε και αξιολογήθηκε από Επιμελητή / Ειδικό – Εμπειρογνώμονα στο αντικείμενό της και υποβλήθηκε σε Δημόσια Κρίση. Εγκρίθηκε από την Τεχνική Επιτροπή ΕΛΟΤ/ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», η οποία συστάθηκε με την Απόφαση Διευθύνοντος Συμβούλου ΕΣΥΠ, Δν.Σ. 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ).

Η παρούσα ΕΤΕΠ καλύπτει τις απαιτήσεις όπως απορρέουν από το Ενωσιακό Δίκαιο και τις σχετικές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης που ισχύουν σήμερα, το Εθνικό Δίκαιο, παραπέμπει σε εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα και είναι συμβατή με αυτά.

Δονητική αντικατάσταση εδαφών (κατασκευή χαλικοπασσάλων)

1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής είναι η εφαρμογή μεθόδων βελτίωσης των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους με βαθιά δονητική αντικατάσταση (vibro-replacement), ήτοι την κατασκευή χαλικοπασσάλων.

Η συναφής μέθοδος βελτίωσης του εδάφους μέσω βαθιάς δονητικής συμπύκνωσης περιγράφεται στην Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-02-00.

Η υποθαλάσσια κατασκευή χαλικοπασσάλων αποτελεί αντικείμενο ιδιαίτερης Τεχνικής Προδιαγραφής, της ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-05-00.

2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή στην παρούσα όταν θα ενσωματωθούν σε αυτή, με τροποποίηση ή αναθεώρησή της. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ΕΛΟΤ EN 933-1	<i>Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method -- Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 1: Προσδιορισμός του διαγράμματος κοκκομετρίας - Μέθοδος με κόσκινα</i>
ΕΛΟΤ EN 933-2	<i>Tests for geometrical properties of aggregates - Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures -- Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 2: Προσδιορισμός κοκκομετρικών κλασμάτων - Κόσκινα δοκιμών, ονομαστικό μέγεθος διατομών κοσκίνων</i>
ΕΛΟΤ EN 1097-2	<i>Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation -- Δοκιμές των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 2: Μέθοδοι προσδιορισμού της αντίστασης σε θρυμματισμό</i>
ΕΛΟΤ EN 1367-2	<i>Tests for thermal and weathering properties of aggregates - Part 2: Magnesium sulfate test -- Δοκιμές για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των αδρανών σε θερμικές και καιρικές μεταβολές - Μέρος 2: Δοκιμή θειικού μαγνησίου</i>
ΕΛΟΤ EN 1997-1	<i>Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες</i>
ΕΛΟΤ EN 13242	<i>Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction -- Αδρανή υλικών</i>

σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων για χρήση στα τεχνικά έργα και την οδοποιία

ΕΛΟΤ EN 14731	Execution of special geotechnical works - Ground treatment by deep vibration -- Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων - Βελτίωση εδάφους με βαθιά δονητική συμπύκνωση
ΕΛΟΤ ΤΟ 1501-02-06-00-00	Quarry sites and borrow areas development and exploitation -- Ανάπτυξη - εκμετάλλευση λατομείων και δανειοθαλάμων
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-05-00	<i>Construction of underwater stone columns -- Υποθαλάσσια κατασκευή χαλικοπάσσάλων</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-01-02-00	<i>Driven piles –Πάσσαλοι δι' εκτοπίσεως (Εμπηγνυόμενοι πάσσαλοι)</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-02-00	<i>Vibratory soil compaction -- Δονητική συμπύκνωση εδαφών.</i>

3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

3.1 Δονητική αντικατάσταση (Vibro replacement) / Χαλικοπάσσαλος (Stone Column)

Διαδικασία κατασκευής χαλικοπάσσάλων σε συνεκτικά κυρίως εδάφη με τη βοήθεια του συστήματος δονητή-στήλη.

Η τεχνική της δονητικής αντικατάστασης εφαρμόζεται κυρίως σε σχετικώς συνεκτικά, μαλακά και συμπιεστά εδάφη (π.χ. ιλυώδη και αργιλικά), όπου η δονητική συμπύκνωση δεν έχει αποτελέσματα. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η εις βάθος εκτόπιση (προς τα πλάγια) του επιτόπιου μαλακού αργιλικού υλικού και η πλήρωση του δημιουργούμενου κενού με χαλικώδες υλικό κατά μήκος μιας στήλης εδάφους (χαλικοπάσσαλος).

Με την παραπάνω τεχνική επομένως, εκτοπίζεται οριζοντίως μια στήλη του επιτόπιου εδαφικού υλικού και αντικαθίσταται από χαλικώδες υλικό, το οποίο επιπλέον συμπυκνώνεται με δόνηση δημιουργώντας έναν «χαλικοπάσσαλο». Ο χαλικοπάσσαλος και το περιβάλλον αυτόν έδαφος αποτελούν ένα σύστημα με βελτιωμένα μηχανικά χαρακτηριστικά.

Οι χαλικοπάσσαλοι διατάσσονται σε κানাβο με αποστάσεις που ικανοποιούν την απαιτούμενη βελτίωση των γεωτεχνικών συνθηκών, όπως έχει καθορισθεί από τη Μελέτη και έχει προκύψει από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των προκαταρκτικών δοκιμών εφαρμογής της μεθόδου.

Λόγω της μεγάλης διαπερατότητας του χαλικώδους υλικού σε σχέση με το περιβάλλον έδαφος, οι χαλικοπάσσαλοι λειτουργούν και ως κατακόρυφα στραγγιστήρια διευκολύνοντας την εκτόνωση των υπερπιέσεων του νερού των πόρων, που οφείλονται είτε στην εφαρμογή δυναμικών-σεισμικών φορτίων είτε στην επιβολή στατικών επιφορτίσεων (π.χ. εξ επιχωμάτων προφόρτιση). Στην τελευταία περίπτωση (προφόρτιση), με τους χαλικοπάσσάλους επιτυγχάνεται και μείωση του χρόνου πραγματοποίησης των καθιζήσεων λόγω στερεοποίησης, πέραν της αύξησης της αντοχής του εδάφους και της μείωσης της συμπιεστότητας.

Συμπερασματικά η μέθοδος της δονητικής αντικατάστασης του εδάφους εφαρμόζεται με επιτυχία για την αύξηση της φέρουσας ικανότητας και τη μείωση των καθιζήσεων εδάφους θεμελίωσης, την επιτάχυνση της πραγματοποίησης των καθιζήσεων σε συνδυασμό με την αύξηση της φέρουσας ικανότητας και τη βελτίωση της συνολικής ευστάθειας επιχωμάτων και άλλων τεχνικών έργων.

3.2 Δονητική Στήλη

Το σύνολο της δονητικής τορπίλης και των στελεχών (αποτελούμενων από απλούς χαλύβδινους σωλήνες). Τα στελέχη συνδέονται με τον κυρίως δονητή μέσω ενός ελαστομερούς μονωτήρα απόσβεσης των

δονήσεων. Η δονητική στήλη περιέχει εσωτερικά σωλήνες για τη διοχέτευση νερού στην αιχμή του δονητή. Στην περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου με εσωτερική τροφοδοσία χαλίκων προς την αιχμή, η δονητική στήλη φέρει στο εσωτερικό της και έναν ειδικό σωλήνα τροφοδοσίας με χοάνη στην κεφαλή.

3.3 Δονητική Τορπίλη (Vibro-flot)

Το κυρίως τμήμα του δονητή, αποτελούμενο από ένα κυλινδρικό μεταλλικό σωλήνα με μορφή τορπίλης στην αιχμή του. Μέσα στον σωλήνα αυτόν, ένα βάρος δύναται να περιστρέφεται έκκεντρα, μεταδίδοντας τη δόνηση στο έδαφος.

3.4 Ταξινόμηση χαλικοπασσάλων

Ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο δονητικής αντικατάστασης, διακρίνονται οι εξής τύποι χαλικοπασσάλων:

1. Χαλικοπάσσαλος με έμπηξη κλειστού σωλήνα.
2. Χαλικοπάσσαλος με τροφοδοσία αδρανών από πάνω αφού πρώτα εξαχθεί η δονητική στήλη (Dry top feed method).
3. Χαλικοπάσσαλος με τροφοδοσία αδρανών στην αιχμή της δονητικής στήλης (Dry bottom feed method).
4. Χαλικοπάσσαλος με τροφοδοσία από πάνω εκτοξεύοντας συνεχώς νερό (Wet top feed method)

3.5 Μέθοδος κλειστού σωλήνα

Μέθοδος με την οποία ο χαλικοπάσσαλος κατασκευάζεται με τη βοήθεια ενός κλειστού σωλήνα. Το υλικό πλήρωσης εισάγεται μέσα στον σωλήνα και συμπυκνώνεται ανά μικρά διαστήματα και εισχωρεί στο έδαφος με ταυτόχρονη ανασύρση του σωλήνα. Η μέθοδος έχει εξελιχθεί σημαντικά την τελευταία 20ετία με την ανάπτυξη εξοπλισμού τροφοδοσίας χαλίκων υπό πίεση (Dry Bottom Feed Pressure Chamber Injection System, PCIS).

3.6 Ξηρά μέθοδος με τροφοδοσία από πάνω (Dry top feed method)

Όμοια μέθοδος με αυτήν της ξηράς τροφοδοσίας στην αιχμή, μόνο που τώρα η τροφοδοσία με χάλικες γίνεται από πάνω και αφού πρώτα έχει εξαχθεί από το έδαφος η δονητική στήλη. Η μέθοδος αυτή είναι δυνατόν να εφαρμοστεί μόνο στην περίπτωση που δεν υπάρχουν καταπτώσεις στην οπή, π.χ. σε σταθερά εδάφη πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα.

3.7 Ξηρά μέθοδος με τροφοδοσία στην αιχμή (Dry bottom feed method)

Κατασκευή χαλικοπασσάλου με τη βοήθεια του συστήματος δονητή-δονητική στήλη, όπου το υλικό πλήρωσης, (χάλικες), μεταφέρεται μέσω ειδικού σωλήνα τροφοδοσίας που είναι ενσωματωμένος στη δονητική στήλη στην αιχμή με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα.

3.8 Υγρή μέθοδος με τροφοδοσία από πάνω (Wet top feed method)

Η τροφοδοσία με χάλικες γίνεται από πάνω εκτοξεύοντας συνεχώς νερό στην αιχμή και καθ' ύψος της στήλης, ούτως ώστε να διατηρείται ανοικτός ο δακτύλιος μεταξύ του εδάφους και της στήλης.

4 Απαιτήσεις

4.1 Απαιτήσεις γεωτεχνικών ερευνών κατά το στάδιο της Μελέτης

Οι γεωτεχνικές έρευνες πρέπει να εκτείνονται σε ικανό βάθος, έτσι ώστε να προσφέρουν επαρκή στοιχεία (αντοχής και παραμορφωσιμότητας) για όλες τις γεωτεχνικές ενότητες, οι οποίες εκτιμάται ότι επηρεάζουν

την επιλογή και εφαρμογή της μεθόδου. Η εκτέλεση των παραπάνω ερευνών πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις γενικές αρχές που αναφέρονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1997-1.

Επιπλέον, για τον τελικό καθορισμό των ποσοτήτων των προς εκτέλεση αναγκαίων γεωτεχνικών ερευνών, είναι απαραίτητη η συνεκτίμηση της υπάρχουσας σχετικής εμπειρίας στη δονητική αντικατάσταση σε ανάλογες γεωτεχνικές συνθήκες ή/και των γεωτεχνικών πληροφοριών στην ευρύτερη περιοχή των εργασιών.

Οι γεωτεχνικές έρευνες πρέπει να περιλαμβάνουν:

1. Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις (απαραίτητες για να διαπιστωθεί το ποσοστό λεπτοκόκκων)
2. Δοκιμές πενετρομέτρου με στατικό ή δυναμικό κώνο.
3. Δοκιμές πρότυπων δοκιμών διείσδυσης (SPT).
4. Δοκιμές πρεσσιομέτρου.
5. Γεωφυσικές, σεισμικές δοκιμές.
6. Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις.

Επισημαίνεται ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις ακόλουθες γεωτεχνικές συνθήκες :

α) στρώσεις κροκάλων και ογκολίθων, οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν δυσκολίες στη διείσδυση του δονητή και εξ αυτού να απαιτηθεί η εφαρμογή μεθόδων με χρήση προ-διάτρησης.

β) παρουσία ανθεκτικού σχηματισμού ικανού πάχους που είναι δυνατόν να προκαλέσει δυσκολίες στη διείσδυση του δονητή και να καταστήσει αναγκαία την εφαρμογή μεθόδων με χρήση προ-διάτρησης.

γ) συστηματική καταγραφή της στάθμης του υπογείου υδροφόρου ορίζοντα.

δ) παρουσία αρτεσιανού ή επικρεμάμενου υδροφόρου ορίζοντα.

4.2 Γενικές απαιτήσεις εκτέλεσης εργασιών

Οι γενικές απαιτήσεις για την εκτέλεση των εργασιών βαθιάς δονητικής αντικατάστασης είναι οι ακόλουθες:

1. Ύπαρξη επαρκών γεωτεχνικών στοιχείων του εδάφους στην περιοχή εφαρμογής της τεχνικής της βαθιάς δόνησης.
2. Γνώση των συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή, δηλαδή έκταση και όρια της περιοχής, τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής, δυνατότητα πρόσβασης ή άλλοι περιορισμοί.
3. Πληροφορίες σχετικά με την ύπαρξη, την ακριβή θέση και την κατάσταση παρακείμενων υφιστάμενων κατασκευών, υπογείων κατασκευών και στοιχείων θεμελίωσης καθώς και τυχόν αρχαιολογικών ευρημάτων.
4. Πληροφορίες σχετικά με την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών εντός των σχηματισμών ή με πιθανούς κινδύνους, οι οποίοι είναι δυνατόν να επηρεάσουν τη μέθοδο κατασκευής, τις επιλογές ως προς την απόρριψη των υλικών διάτρησης ή την ασφάλεια του προσωπικού.
5. Ικανοποίηση των νομικών και περιβαλλοντικών περιορισμών (π.χ. πιθανή ρύπανση, περιορισμοί υπερβολικού θορύβου, περιορισμοί των προκαλούμενων δονήσεων και της γενικότερης όχλησης στις γειτονικές κατασκευές).
6. Περιγραφή της μεθοδολογίας εκτέλεσης των εργασιών με σαφή και λεπτομερή αναφορά στον κατάλογο των μηχανημάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, στη σύνθεση του τεχνικού προσωπικού, με ορισμό του επικεφαλής, ο οποίος πρέπει να είναι τεχνικός βεβαιωμένης πείρας σε παρόμοιες εργασίες και στον κάναβο εφαρμογής της μεθόδου και τη χρονική αλληλουχία της κατασκευής.
7. Εκτέλεση ενός δοκιμαστικού πεδίου, για την επαλήθευση της διαδικασίας εκτέλεσης των εργασιών, της απαιτούμενης πυκνότητας του κανάβου και βεβαίως της επιτυγχανόμενης συμπίκνωσης.
8. Καταγραφή στοιχείων (βλ. και παράγραφο 10 του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 14731) τόσο κατά την εκτέλεση των εργασιών (αριθμός και θέση, ημερομηνίες, καιρικές συνθήκες, μέθοδος που εφαρμόστηκε, βάθος, χρόνοι υλοποίησης σε σχέση με το βάθος, προβλήματα και εμπόδια, τυχόν

απρόβλεπτες καταστάσεις, ποσότητες υλικού κ.λπ.) όσο και μετά την ολοκλήρωση των εργασιών (τελική θέση και βάθος χαλικοπασσάλων, υλικό που χρησιμοποιήθηκε κ.λπ.).

4.3 Απαιτήσεις δοκιμών

1. Η τελική απόφαση για την επαλήθευση και αποδοχή της διαδικασίας εκτέλεσης των εργασιών δονητικής αντικατάστασης που πρόκειται να εφαρμοστεί, της απαιτούμενης πυκνότητας του κανάβου και της επιτυγχανόμενης συμπύκνωσης, πρέπει να ληφθεί μετά την εκτέλεση εργασιών σε δοκιμαστικό πεδίο.

Το πεδίο αυτό πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον 12 σημεία εφαρμογής σε ένα κανάβο 3 x 4 m, ή όπως προβλέπει η Μελέτη. Το δοκιμαστικό αυτό πεδίο αποτελεί τη βάση του ποιοτικού ελέγχου για το σύνολο της κατασκευής.

2. Κατά την εκτέλεση των εργασιών πρέπει να διενεργούνται γεωτεχνικές έρευνες, (πρεσσιόμετρα, δοκιμές SPT, δοκιμές πενετρομέτρου, δοκιμαστικές φορτίσεις πλάκας, κλπ) ώστε να διαπιστώνεται άμεσα η βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους, μετά την εφαρμογή της μεθόδου.

4.4 Απαιτήσεις για τα ενσωματούμενα υλικά

Το υλικό πλήρωσης των χαλικοπασσάλων συνίσταται από θραυστά γωνιώδη σκύρα (χάλικες) διαστάσεων 8-75 mm (ανάλογα με τη μέθοδο κατασκευής, όπως περιγράφεται στη συνέχεια και στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14731), χωρίς άλλες προσμίξεις (λεπτόκοκκα υλικά, γαιώδεις και φυτικές προσμίξεις κ.λπ.).

Η κοκκομετρική διαβάθμιση των χαλικών εξαρτάται από τη μέθοδο κατασκευής των χαλικοπασσάλων και τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Γενικώς πρέπει να εφαρμόζονται τα εξής:

1. Στην περίπτωση κατασκευής χαλικοπασσάλων με τροφοδοσία από πάνω (dry top feed), το χρησιμοποιούμενο υλικό πρέπει να είναι χάλικες προερχόμενοι από σχετικά σκληρά και ανθεκτικά βραχώδη προϊόντα με διαβάθμιση (πρότυπο ΕΛΟΤ EN 933-1, ΕΛΟΤ EN 933-2) από 40 έως 75 mm, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και κροκάλες έως 100 mm.
2. Στην περίπτωση κατασκευής χαλικοπασσάλων με τη μέθοδο του κλειστού σωλήνα με τροφοδοσία από την αιχμή (dry bottom feed), το χρησιμοποιούμενο υλικό πρέπει να είναι χάλικες προερχόμενοι από σχετικά σκληρά και ανθεκτικά βραχώδη προϊόντα με διαβάθμιση (πρότυπο ΕΛΟΤ EN 933-1, ΕΛΟΤ EN 933-2) από 8 έως 50 mm, δεδομένου ότι έτσι διευκολύνεται η μεταφορά τους στην αιχμή μέσω του ειδικού σωλήνα τροφοδοσίας.
3. Στην περίπτωση κατασκευής χαλικοπασσάλων με τη μέθοδο υγρής εφαρμογής (Wet top feed method), το χρησιμοποιούμενο υλικό πρέπει να είναι χάλικες προερχόμενοι από σχετικά σκληρά και ανθεκτικά βραχώδη προϊόντα με διαβάθμιση (πρότυπο ΕΛΟΤ EN 933-1, ΕΛΟΤ EN 933-2) από 25 έως 75 mm.
4. Γενικά, και εφόσον δεν προδιαγράφεται διαφορετικά στη Μελέτη, το υλικό πλήρωσης των χαλικοπασσάλων πρέπει να αποτελείται κατά προτίμηση από θραυστά γωνιώδη σκύρα (χάλικες), λόγω της μεγαλύτερης εσωτερικής γωνίας τριβής που επιτυγχάνουν έναντι των στρογγυλεμένων.
5. Τα αδρανή πρέπει να είναι επαρκώς σκληρά και χημικώς αδρανή, ώστε να παραμένουν σταθερά κατά τη διαδικασία τοποθέτησης και κατά την τεχνική διάρκεια ζωής του έργου υπό τις αναμενόμενες συνθήκες του υπόγειου νερού. Αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά στη Μελέτη, το ποσοστό φθοράς των αδρανών πλήρωσης κατά τη δοκιμή Los Angeles δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% (δοκιμή σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1097-2, κατηγορία LA50), ενώ στη δοκιμή υγείας το 18% (δοκιμή σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1367-2, κατηγορία MS18), σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13242.

Η Αρμόδια Αρχή εγκρίνει την καταλληλότητα της πηγής λήψης του υλικού με βάση τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών που υποβάλλει ο Ανάδοχος ή την δήλωση επιδόσεων του παραγωγού τους στην περίπτωση προμήθειάς τους. Για την ανάπτυξη των δανειοθαλάμων και λατομείων καθώς και την

αποκατάστασή τους μετά το πέρας των εργασιών έχουν εφαρμογή τα καθοριζόμενα στην Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-06-00-00: "Ανάπτυξη - εκμετάλλευση λατομείων και δανειοθαλάμων

Τα υλικά που προέρχονται από λατομεία ικανοποιούν τις απαιτήσεις του εναρμονισμένου προτύπου ΕΛΟΤ EN 13242 και υποχρεωτικά:

(α) φέρουν σήμανση CE και

(β) συνοδεύονται από δήλωση επιδόσεων βάσει του κατ' εξουσιοδότηση κανονισμού (ΕΕ) 574/2014 (ΟJ EEL159/41/28.05.2014).

Επιπρόσθετα τα αδρανή [10] πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικό συμμόρφωσης του ελέγχου της παραγωγής στο εργοστάσιο, το οποίο εκδίδεται από κοινοποιημένο στην ΕΕ οργανισμό και προσκομίζεται εφόσον ζητηθεί από την Αρμόδια Αρχή.

Τα ενσωματούμενα υλικά πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις που απορρέουν από τα αναφερόμενα στην παρούσα και στη Μελέτη. Κάθε πρόθεση για αλλαγή των αρχικώς εγκεκριμένων πηγών τροφοδοσίας των ενσωματούμενων υλικών πρέπει να δηλώνεται εγκαίρως στην Αρμόδια Αρχή και να αιτιολογείται καταλλήλως.

Υλικά τα οποία έχουν απορριφθεί μετά τη διενέργεια των σχετικών ελέγχων καταλληλότητας θα πρέπει να απομακρύνονται από την περιοχή των εργασιών.

4.5 Ανοχές

Οι ανοχές πρέπει να καθορίζονται στη Μελέτη, ανάλογα με το είδος της κατασκευής και τις επί τόπου συνθήκες με βάση το επιτυγχανόμενο αποτέλεσμα σε σχέση με το επιθυμητό. Στη Μελέτη πρέπει επίσης να καθορίζεται η μεθοδολογία ελέγχου του αποτελέσματος (πέραν των πορισμάτων που συνάγονται κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού τμήματος).

4.6 Απαιτήσεις τήρησης στοιχείων κατά την εκτέλεση των εργασιών

Κατά τη διαδικασία κατασκευής του χαλικοπασσάλου πρέπει να τηρείται Μητρώο Κατασκευής Χαλικοπασσάλων σε τυποποιημένο έντυπο με μορφότυπο που εγκρίνει η Αρμόδια Αρχή.

Στο μητρώο πρέπει να καταγράφονται: η αρίθμηση και οι συντεταγμένες του χαλικοπασσάλου, η ημερομηνία εκτέλεσης της εργασίας, οι στάθμες κεφαλής και αιχμής της συμπυκνωμένης στήλης, η πίεση και η παροχή του νερού ή αέρα στις διάφορες φάσεις της εργασίας, η υδραυλική πίεση ή ηλεκτρική ένταση με το βάθος και τον χρόνο (ανάλογα με τον τύπο της δονητικής κεφαλής), οι ποσότητες των αδρανών πλήρωσης καθώς και τυχόν προβλήματα που ανέκυψαν κατά την εκτέλεση των εργασιών.

Σημειώνεται ότι τα σύγχρονα συστήματα vibroflot διαθέτουν αυτοματοποιημένα συστήματα καταγραφής των λειτουργικών παραμέτρων της δονητικής κεφαλής (πίεση λαδιού, ένταση ρεύματος, ρυθμός ανόδου/καθόδου, συχνότητα δόνησης κλπ. συναρτήσεως του χρόνου).

Επισημαίνεται ότι το Μητρώο αποτελεί και κριτήριο αποδοχής και στοιχείο για την επιμέτρηση.

5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

5.1 Γενικά

Πριν από την έναρξη των εργασιών πρέπει να υποβάλλεται προς έγκριση η προτεινόμενη από τον Ανάδοχο μεθοδολογία κατασκευής χαλικοπασσάλων, με κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του εδάφους.
2. Περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου κατασκευής η οποία κρίνεται ως κατάλληλη για τις αναμενόμενες γεωτεχνικές συνθήκες ή άλλες συνθήκες του εργοταξιακού χώρου.

3. Σχηματική εγκατάσταση του εξοπλισμού και της διαχείρισης των άχρηστων υλικών.
4. Διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου καθώς και οι ελάχιστες απαιτήσεις αυτού (π.χ. μεταβολή της υδραυλικής πίεσης ή της έντασης του ηλεκτρικού φορτίου με το βάθος και τον χρόνο).
5. Διαδικασίες καταγραφής των ποσοτήτων των χαλίκων πλήρωσης της οπής, ώστε να εκτιμηθεί η διάμετρος του δημιουργούμενου χαλικοπασσάλου.
6. Τα χαρακτηριστικά του αμμοχάλικου ή χαλίκων πλήρωσης με την αντίστοιχη κοκκομετρική καμπύλη.
7. Κατασκευαστικά σχέδια και τεχνικές εκθέσεις με αναφορά στον κánaβο και το βάθος εφαρμογής, καθώς στην αλληλουχία των εργασιών.

5.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού

Για την εκτέλεση των εργασιών κατασκευής χαλικοπασσάλων είναι απαραίτητος ο παρακάτω εξοπλισμός (κατά περίπτωση αναλόγως του είδους της εφαρμοζόμενης μεθόδου):

1. Ερπυστριοφόρος ανυψωτικός γερανός ανυψωτικής ικανότητας ανάλογης με το βάρος της δονητικής στήλης, με κατακόρυφη ή κεκλιμένη μπούμα.
2. Δονητική τορπίλη υδραυλική ή ηλεκτρική κατάλληλης ισχύος. Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του δονητή πρέπει να προσδιορίζονται από τη Μελέτη και να επιβεβαιώνονται από την αρχική εφαρμογή στο δοκιμαστικό πεδίο. Ενδεικτικά, ως ελάχιστα χαρακτηριστικά για την εκτέλεση των εργασιών αυτών αναφέρονται τα εξής:
 - i. Ισχύς 100 kW
 - ii. Αθροιστικό πλάτος δόνησης 7 cm
 - iii. Φυγοκεντρική δύναμη 150 kN
 - iv. Ειδικά στελέχη ικανού μήκους ώστε να είναι δυνατή η διείδυση του δονητή μέχρι το τελικό επιθυμητό βάθος. Στην περίπτωση τροφοδοσίας στην αιχμή τα στελέχη αυτά φέρουν και τον ειδικό σωλήνα τροφοδοσίας με τη χοάνη στην κεφαλή.
3. Χωματοουργικά μηχανήματα για την εκτέλεση των πάσης φύσεως χωματοουργικών εργασιών πριν, κατά, και μετά τη δονητική αντικατάσταση (εκσκαφείς, φορτωτές, φορητά αυτοκίνητα κ.λπ.).
4. Αντλίες νερού και δίκτυα διαχείρισης του απαιτούμενου ύδατος, που στην περίπτωση της υγρής μεθόδου οι ποσότητες είναι σημαντικές.
5. Αεροσυμπιεστής για την περίπτωση εφαρμογής της ξηράς μεθόδου.
6. Κρουστική ή δονητική σφύρα για τη διείδυση του σωλήνα στη μέθοδο του κλειστού σωλήνα.
7. Βοηθητικός εξοπλισμός όπως π.χ. δεξαμενές, δίκτυα κ.λπ.

5.3 Κατασκευή χαλικοπασσάλων

Η εφαρμογή της βαθιάς δόνησης απαιτεί ιδιαίτερη γνώση και εμπειρία με εξειδικευμένο κατά περίπτωση εξοπλισμό και προσωπικό.

Η κατασκευή χαλικοπασσάλων περιλαμβάνει τις εξής φάσεις:

- α) την αρχική φάση διείδυσης της δονητικής στήλης ή του κλειστού σωλήνα μέχρι το επιθυμητό βάθος,
- β) τη φάση συμπίκνωσης και πλήρωσης με κατάλληλο υλικό.

Ο τρόπος κατασκευής του χαλικοπασσάλου εξαρτάται από τη μέθοδο δονητικής αντικατάστασης που χρησιμοποιείται.

5.3.1 Με ξηρά τροφοδοσία των αδρανών στην κεφαλή της δονητικής στήλης (dry top feed)

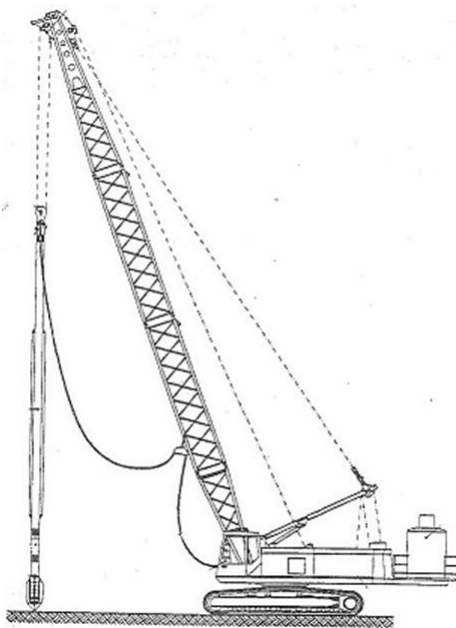
Όπως αναφέρεται στην παρ. 3.5, η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται μόνο σε σταθερά εδάφη πάνω από τον υδροφόρο ορίζοντα

Η δονητική στήλη τοποθετείται σε κατακόρυφη θέση (με τη βοήθεια του ανυψωτικού γερανού) στο σημείο όπου πρόκειται να εφαρμοστεί η κατασκευή του χαλικοπασσάλου (Σχήμα 1). Με το ίδιο βάρος της

δονητικής στήλης, τη βοήθεια του πεπιεσμένου αέρα που διοχετεύεται από τα ακροφύσια στην αιχμή του δονητή και σε συνδυασμό με τη δόνηση που επιβάλλεται, η δονητική στήλη εισάγεται στο έδαφος μέχρι το επιθυμητό βάθος.

Η διάτρηση γίνεται στις θέσεις, κλίσεις, μήκη, βάθη και ανοχές που προβλέπονται από τη Μελέτη, ή όπως απαιτηθεί από τις επιτόπου συνθήκες και με την έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

Εάν επιφανειακά υπάρχει σκληρό εδαφικό στρώμα που εμποδίζει τη διείσδυση του δονητή, πρέπει να γίνεται προ-διάτρηση με διάμετρο τουλάχιστον ίση με αυτήν της δονητικής στήλης.

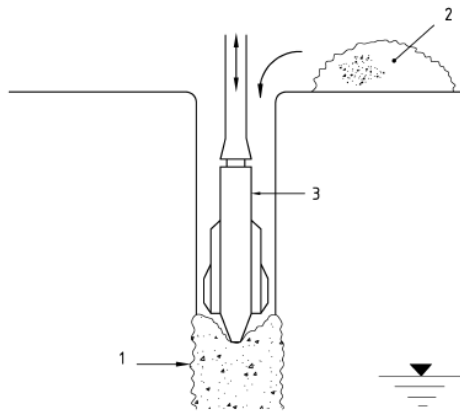


Σχήμα 1 - Τυπική διάταξη ανυψωτικού γερανού για την εφαρμογή δονητικής αντικατάστασης.

Αφού η δονητική στήλη φθάσει στο επιθυμητό βάθος, αρχίζει η διαδικασία κατασκευής του χαλικοπασσάλου με ανιόντα βήματα της τάξης των 30 έως 50 cm μέχρι την επιφάνεια, και σε κάθε βήμα διοχετεύονται χάλικες από την επιφάνεια του εδάφους με φορτωτή.

Η τροφοδοσία των αδρανών (χαλίκων), γίνεται συνεχώς από την επιφάνεια του εδάφους μεταξύ τοιχωμάτων της οπής και του δονητικού στελέχους.

Σε κάθε βήμα ανόδου ο δονητής ξαναβυθίζεται και με τη δόνησή του προκαλεί συμπίκνωση των χαλίκων και περαιτέρω εκτόπιση του εδάφους, έτσι ώστε να σχηματίζεται χαλικοπάσσαλος με διάμετρο μεγαλύτερη από αυτήν της οπής. Η βύθιση του δονητή επαναλαμβάνεται σε κάθε βήμα, μέχρις ότου επιτευχθεί συγκεκριμένη αύξηση της υδραυλικής πίεσης (bars) ή της ηλεκτρικής έντασης (Amperes), ανάλογα εάν χρησιμοποιείται υδραυλικός ή ηλεκτρικός δονητής. Τα κριτήρια ανόδου του δονητή, δηλαδή βήμα ανόδου, αύξηση της πίεσης ή της έντασης, αριθμός παλινδρομικών κινήσεων προσδιορίζονται από τα αποτελέσματα στο αρχικό δοκιμαστικό πεδίο.



Υπόμνημα

- 1 Σχηματιζόμενος χαλικοπάσσαλος
- 2 Σωρός κοκκώδους υλικού
- 3 Δονητική κεφαλή

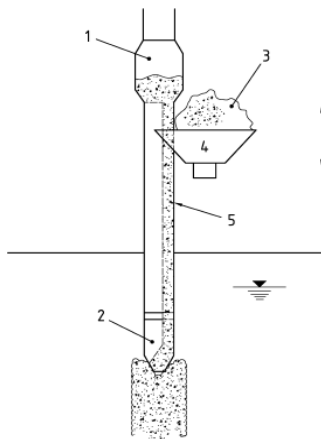
Σχήμα 2 - Εφαρμογή μεθόδου τροφοδοσίας αδρανών από την κεφαλή (Dry top feed method)
[Πηγή: ΕΛΟΤ EN 14731, σχήμα Β.1]

5.3.2 Με τροφοδοσία αδρανών από την αιχμή (Dry bottom feed method)

Στη μέθοδο αυτή η ανάρτηση της δονητικής στήλης από τον ανυψωτικό γερανό γίνεται με δύο τρόπους:

- (1) Η δονητική στήλη αναρτάται από γερανό με κατακόρυφο οδηγό (μπούμα), επί του οποίου ολισθαίνουν ανεξάρτητα (α) η δονητική στήλη και (β) μία χοάνη για την τροφοδοσία του δονητικού στελέχους με σύρτη στο κάτω μέρος (Σχήματα 3 και 4). Ο σωλήνας τροφοδοσίας χαλίκων φθάνει μέχρι την αιχμή του δονητή και τα σκύρα οδηγούνται στην χοάνη στο άνω άκρο του.

Ο κλειστός σωλήνας πρέπει να είναι αριθμημένος σε όλο το μήκος του ανά 0,25 m, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εύκολη μέτρηση της στάθμης αιχμής συνεχώς από την επιφάνεια.



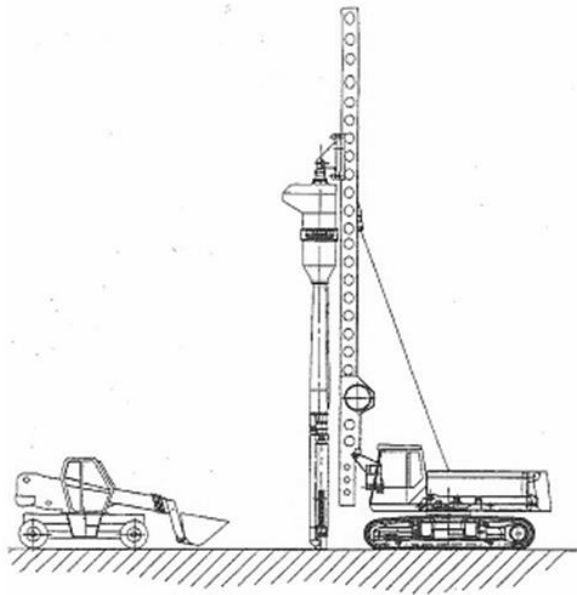
Υπόμνημα

- 1. Θάλαμος πίεσης
- 2. Δονητής
- 3. Σωρός χαλίκων
- 4. Χοάνη τροφοδοσίας χαλίκων
- 5 Σωλήνας τροφοδοσίας χαλίκων

Σχήμα 3 - Εφαρμογή μεθόδου τροφοδοσίας αδρανών στην αιχμή (Dry bottom feed method)
[Πηγή: ΕΛΟΤ EN 14731, σχήμα Β.2]

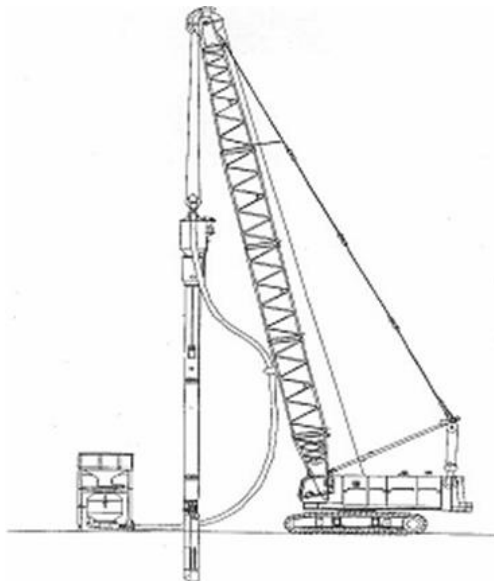
Η χοάνη μπορεί να ανεβοκατεβαίνει με τη βοήθεια συρματόσχοινου, ολισθαίνουσα πάνω στον κατακόρυφο οδηγό, έτσι ώστε να μεταφέρει τα αδρανή από το δάπεδο εργασίας στο άνω μέρος του δονητικού στελέχους.

Μεταξύ της χοάνης και της εξόδου του σωλήνα στην αιχμή, υπάρχει ένας θάλαμος προσωρινής αποθήκευσης με μία βαλβίδα απομόνωσης από τον κυρίως σωλήνα τροφοδοσίας. Με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η τροφοδοσία με πεπιεσμένο αέρα στη φάση διείσδυσης του δονητή στο έδαφος και στη φάση ανύψωσης.



Σχήμα 4 - Εσωτερική τροφοδοσία αδρανών μέσω χοάνης, με σύρτη στο κάτω μέρος

- (2) Στη δεύτερη περίπτωση η δονητική στήλη απλώς αναρτάται με συρματόσχοινο από την κεκλιμένη μπούμα του γερανού, και η τροφοδοσία στη χοάνη (που βρίσκεται στην κεφαλή της στήλης) γίνεται μέσω ελαστικού σωλήνα με μία κατάλληλη αντλία αδρανών (Σχήμα 5).



Σχήμα 5 - Εσωτερική τροφοδοσία στη χοάνη, μέσω ελαστικού σωλήνα με κατάλληλη αντλία αδρανών

Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις, η μέθοδος περιλαμβάνει τις εξής φάσεις εργασίας:

1. Τοποθέτηση του δονητικού στελέχους στη θέση που πρόκειται να κατασκευαστεί ο χαλικοπάσσαλος.
2. Πλήρωση του δονητικού στελέχους μέσω της χοάνης στην κεφαλή, με αδρανή υλικά (σκύρα).
3. Αν απαιτείται, κλείνει η βαλβίδα μεταξύ θαλάμου προσωρινής αποθήκευσης και σωλήνα και παρέχεται πεπιεσμένος αέρας μέσα στον θάλαμο. Η παροχή πεπιεσμένου αέρα χρησιμοποιείται για να μειωθεί η υποπίεση που δημιουργείται στο έδαφος κατά την ανύψωση του δονητικού στελέχους (δημιουργεί αστάθεια των τοιχωμάτων του διατρήματος).

4. Έμπηξη του δονητικού στελέχους μέσα στο έδαφος με σύγχρονη δόνηση, μέχρι το προβλεπόμενο βάθος.
5. Μερική ανύψωση του δονητικού στελέχους κατά 0,50 m περίπου, εκκένωση των σκύρων και δονητική επανέμπηξη του στελέχους προκειμένου να συμπυκνωθούν τα σκύρα.
6. Προοδευτική ανύψωση, με παράλληλη εκκένωση των σκύρων, με ταυτόχρονες συνεχείς μικρές επανεμπήξεις και συνεχή δόνηση, προκειμένου να συμπυκνωθούν τα σκύρα και να σχηματιστεί ο χαλικοπάσσας. Σε κάθε βήμα, η επιτυγχανόμενη συμπύκνωση ελέγχεται μέσω της καταγραφής της αύξησης της υδραυλικής πίεσης (bars) ή της ηλεκτρικής έντασης (Amperes), ανάλογα εάν χρησιμοποιείται υδραυλικός ή ηλεκτρικός δονητής. Τα κριτήρια ανόδου του δονητή, δηλαδή βήμα ανόδου, αύξηση της πίεσης ή της έντασης, αριθμός παλινδρομικών κινήσεων προσδιορίζονται στο αρχικό δοκιμαστικό πεδίο.
7. Καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, ο σωλήνας τροφοδοτείται τακτικά με σκύρα, ανάλογα με τις ανάγκες.

5.3.3 Με έμπηξη κλειστού σωλήνα

Η κατασκευή χαλικοπασσάλων με τη μέθοδο έμπηξης κλειστού σωλήνα περιλαμβάνει τις εξής φάσεις εργασίας:

1. Έμπηξη στο έδαφος (μέχρι την τελική στάθμη), ενός άκαμπτου χαλύβδινου σωλήνα πωματισμένου προσωρινά στο κάτω άκρο και εξωτερικής διαμέτρου κατ' ελάχιστον 600 mm. Η τοποθέτηση του σωλήνα μπορεί να γίνεται είτε δονητικά είτε κρουστικά, με κατάλληλο δονητή ή σφυρί, ικανό να επιτύχει την έμπηξη και ανύψωση του σωλήνα κατά τον παραπάνω περιγραφόμενο τρόπο, σύμφωνα με την Τεχνική Προδιαγραφή κατασκευής πασσάλων με έμπηξη (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-01-02-00).

Ο πωματισμός επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός αρθρωτά συνδεδεμένου και ανοιγόμενου πώματος (κλαπέ), κωνικού ή επιπέδου σχήματος, αποτελούμενου από ένα ή περισσότερα τμήματα, που τοποθετείται μόνιμα στο κάτω άκρο του σωλήνα έμπηξης. Πλήρωση του σωλήνα, μετά το πέρας της έμπηξης, με τα αδρανή υλικά με τη βοήθεια χοάνης που τοποθετείται στο άνω άκρο του σωλήνα.

2. Ελαφρά ανύψωση του σωλήνα, ούτως ώστε να ανοίξει το πώμα στην αιχμή του σωλήνα και το χαλικώδες υλικό του σωλήνα να πληρώσει το αντίστοιχο τμήμα του διατρήματος, ερχόμενο σε άμεση επαφή με το έδαφος. Στη συνέχεια λειτουργεί ξανά ο δονητής (ή το σφυρί έμπηξης) προκαλώντας μετατόπιση του σωλήνα προς τα κάτω, ούτως ώστε το πώμα να ξανακλείσει. Με την επανέμπηξη του σωλήνα συμπυκνώνεται το υλικό των σκύρων και διευρύνεται συγχρόνως η διάμετρος του χαλικοπασσάλου.

Το μήκος ανύψωσης του σωλήνα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην υπάρχουν καταπτώσεις των τοιχωμάτων της οπής που μένει χωρίς επένδυση. Συνήθως, η έμπηξη γίνεται στο ήμισυ περίπου μήκος της ανεπένδυτης οπής. Εκτελούνται διαδοχικές ανυψώσεις και επανεμπήξεις του σωλήνα, μέχρις ότου γίνει πλήρης ανύψωση του σωλήνα, πλήρωση του διατρήματος με χαλικώδες υλικό και συμπύκνωσή του.

3. Κατά τη διάρκεια των φάσεων ανύψωσης και επανέμπηξης, ο σωλήνας πρέπει να τροφοδοτείται συνεχώς με υλικό τέτοιου όγκου, ώστε η συνολική τελικά διοχετευόμενη ποσότητα χαλίκων να αρκεί για την ολοκλήρωση του υπό κατασκευή χαλικοπασσάλου. Για να μειωθούν οι τριβές επαφής των σκύρων τόσο μεταξύ τους όσο και με τα εσωτερικά τοιχώματα του σωλήνα έμπηξης, θα πρέπει να διοχετεύεται μέσα στο σωλήνα μαζί με τα σκύρα και ποσότητα νερού, αρκετή για να γεμίσουν τα κενά.

5.3.4 Υγρά μέθοδος (Wet top feed method)

Η υγρά μέθοδος εφαρμόζεται όταν είναι ανέφικτη η ξηρά τροφοδοσία των αδρανών στην κεφαλή της δονητικής στήλης λόγω ασταθούς εδάφους.

Η γενική διάταξη για την εφαρμογή της μεθόδου απεικονίζεται στο Σχήμα 6. Η δονητική κεφαλή αναρτάται με συρματοσχοίνο από την κεκλιμένη μπούμα του γερανού, χαμηλώνει στο έδαφος και ανοίγουν οι ψεκαστήρες του νερού. Η κεφαλή εισχωρεί γρήγορα στο μαλακό έδαφος υπό την επενέργεια του ίδιου βάρους της, του νερού κι της δόνησης.

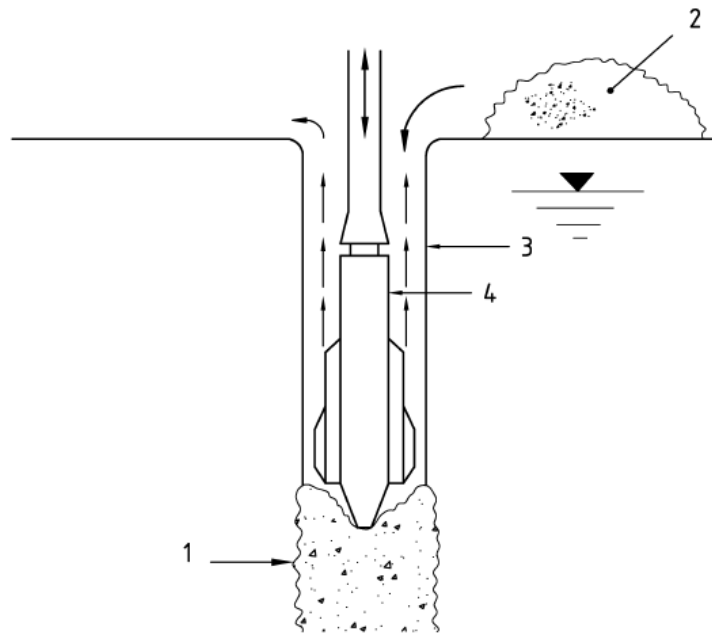
Η επιβαλλόμενη δόνηση σε συνδυασμό με τη χρήση του εκτοξευόμενου νερού έχει ως αποτέλεσμα την πλευρική εκτόπιση και (εν μέρει) απομάκρυνση (ξέπλυμα) του επιτόπου αργιλικού εδάφους, δημιουργώντας οπή με διάμετρο μεγαλύτερη από τη διάμετρο του δονούμενου στελέχους.

Η κεφαλή ανασύρεται ελαφρά κατά διαστήματα και μερικές φορές πλήρως για την εξαγωγή των χαλαρών εδαφικών υλικών που έχουν συγκεντρωθεί στην οπή και γύρω από αυτή.

Στη συνέχεια η δονητική κεφαλή παραμένει στο έδαφος, μειώνεται η παροχή του νερού και γεμίζει η οπή με καθαρό κοκκώδες υλικό μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Το κοκκώδες υλικό διέρχεται μεταξύ της δονητικής κεφαλής και του περιβάλλοντος γεωυλικού και η κατασκευή του χαλικοπάσσалу προχωρά με επαναλαμβανόμενα μικρά βήματα επαναδιάτρησης. Είναι σημαντικό να διατηρείται η παροχή του νερού έως ότου η δονητική κεφαλή να φθάσει στη στάθμη του εδάφους.

Το κοκκώδες υλικό που χρησιμοποιείται είναι συνήθως διαβάθμισης από 25 έως 75 m.

Η εφαρμογή της υγρής μεθόδου προϋποθέτει την εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας νερού αλλά και τη διαχείριση της παραγόμενης κατά τη διαδικασία ιλύος, με τη διαμόρφωση χανδάκων απορροής, λεκανών καθίζησης και την τελική διάθεση της ιλύος.



Υπόμνημα

1. Χαλικοπάσσαλος
2. Σωρός χαλίκων
3. Εισπίεση νερού
4. Δονητής

Σχήμα 6 - Εφαρμογή της υγρής μεθόδου
[Πηγή: ΕΛΟΤ EN 14731, σχήμα Β.2]

6 Κριτήρια αποδοχής τελειωμένης εργασίας

Για τον ποιοτικό έλεγχο της δονητικής αντικατάστασης εδάφους (χαλικοπάσσαλοι), απαιτούνται οι παρακάτω δοκιμές και έλεγχοι:

1. Έλεγχος δελτίων αποστολής και δηλώσεων επιδόσεων των ενσωματούμενων υλικών, εφ' όσον η προμήθεια αυτών γίνεται από εξωτερικές πηγές, ή φακέλου εργαστηριακών δοκιμών, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο κεφ. 4 της παρούσας, εφ' όσον παράγονται στο πλαίσιο της εργολαβίας (ιδιοπαραγωγή).
2. Προκειμένου να εκτιμηθεί η μέση διάμετρος του κατασκευασμένου χαλικοπάσσалу πρέπει να μετράται ο όγκος των χρησιμοποιούμενων αδρανών σε κάθε χαλικοπάσσαλο και να αναγράφεται σε σχετικό μητρώο.

3. Ο έλεγχος επίτευξης ικανοποιητικού βαθμού συμπίκνωσης σε κάθε βήμα κατά την ανύψωση γίνεται μέσω της αναπτυσσόμενης πίεσης λαδιών στο υδραυλικό σύστημα ή της έντασης του ρεύματος του τροφοδοτικού του ηλεκτροκίνητου δονητικού στελέχους, ανάλογα με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί ο Ανάδοχος. Η τιμή αυτή (πίεση λαδιών ή ένταση ρεύματος) πρέπει να καθοριστεί κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού πεδίου, στις συγκεκριμένες εδαφικές συνθήκες, πριν από την έναρξη των εργασιών.

Η αποδοχή της τελειωμένης δονητικής αντικατάστασης γίνεται με βάση τα στοιχεία του Μητρώου Κατασκευής Χαλικοπασσάλων

Χαλικοπάσσαλοι στους οποίους οι δοκιμές δεν αποδεικνύουν συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της παρούσας και της Μελέτης δεν γίνονται αποδεκτοί.

7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η επιμέτρηση της δονητικής αντικατάστασης εδαφών (κατασκευή χαλικοπασσάλων), γίνεται σε τρέχοντα μέτρα χαλικοπασσάλων που κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τη Μελέτη και έγιναν αποδεκτοί, με βάση τις προβλέψεις της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής, ανάλογα με τη διάμετρο αυτών.

Οι χαλικοπάσσαλοι που χρησιμοποιούνται στο δοκιμαστικό πεδίο εφαρμογής της μεθόδου επιμετρώνται όπως οι συνήθεις λειτουργικοί.

Στις επιμετρούμενες εργασίες περιλαμβάνονται:

1. Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού, εξοπλισμού και μέσων (για τη μέθοδο της δονητικής αντικατάστασης ή του κλειστού σωλήνα)
2. Η εισκόμιση (από οποιαδήποτε απόσταση) του εξοπλισμού με όλα τα εξαρτήματα ή και εργαλεία, η θέση σε κατάσταση λειτουργικής ετοιμότητας και η απομάκρυνσή του μετά το πέρας των εργασιών
3. Η έμπηξη του σωλήνα ή του δονητικού στελέχους με ταυτόχρονη διοχέτευση νερού ή αέρα μετά το πέρας της έμπηξης,
4. Η προμήθεια, μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο όλων των απαραίτητων υλικών
5. Οι εργασίες του δοκιμαστικού πεδίου
6. Οι γεωτεχνικές έρευνες και οι μετρήσεις που απαιτούνται για τον έλεγχο της επιθυμητής συμπίκνωσης
7. Η πραγματοποίηση των απαιτούμενων δοκιμών και σύμφωνα με την παρούσα, καθώς και η λήψη διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

Παράρτημα Α (πληροφοριακό)

Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος

A.1 Γενικά

Κατά την εκτέλεση των εργασιών θα τηρούνται οι κείμενες διατάξεις περί Μέτρων Ασφαλείας και Υγείας Εργαζομένων, οι δε εργαζόμενοι θα είναι εφοδιασμένοι με τα κατά περίπτωση απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ), τα οποία πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού 2016/425 ΕΕ.

Θα τηρούνται επίσης αυστηρά τα καθοριζόμενα στα εγκεκριμένα ΣΑΥ/ΦΑΥ του Έργου, σύμφωνα με τις Υπουργικές Αποφάσεις ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) και ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001).

Οι αναφορές εξειδικευμένων απαιτήσεων ανά συγκεκριμένη εργασία είναι ενδεικτικές.

A.2 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

1. Κίνδυνος από χρήση βαρέων ανυψωτικών μηχανημάτων.
2. Κατά περίπτωση, συνθήκες εργασίας σε περιορισμένο χώρο ή και σε ύψος από την επιφάνεια του εδάφους.
3. Κίνδυνος ηλεκτροπληξίας
4. Κίνδυνος βραχυκυκλώματος και πυρκαγιάς ή επέκταση της πυρκαγιάς σε υδραυλικά λάδια.
5. Κίνδυνος εργασίας με πεπιεσμένο αέρα
6. Κίνδυνος μεταφοράς βαριών αντικειμένων
7. Κίνδυνος τραυματισμού κατά την εκτέλεση δοκιμών
8. Εργασία σε συνθήκες θορύβου

A.3 Μέτρα υγείας και ασφάλειας

Σε κάθε περίπτωση θα εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο Σχέδιο Ασφάλειας - Υγείας (ΣΑΥ) του έργου.

Επισημαίνονται οι ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις:

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς την Οδηγία 92/57/ΕΕ, στις «Ελάχιστες Απαιτήσεις Υγείας και Ασφάλειας Προσωρινών και Κινητών Εργοταξίων» (όπως ενσωματώθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία με το Π.Δ. 305/96) και προς την Ελληνική Νομοθεσία περί υγείας και ασφάλειας (Π.Δ. 17/96, Π.Δ. 159/99 κλπ).

Σε περίπτωση χρήσης εξοπλισμού που λειτουργεί υπό υψηλή πίεση ή/και θερμοκρασία, απαιτείται πλήρης εξάρτηση του προσωπικού, σύμφωνα με τις διατάξεις του ΠΔ 396/94 (συμμόρφωση προς την Οδηγία 89/656/ΕΟΚ) (βλπ. εδάφιο Βιβλιογραφίας).

Ο απαιτούμενος για την εκτέλεση των έργων μηχανικός εξοπλισμός πρέπει να είναι επαρκώς συντηρημένος, σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων κατασκευής και να επιθεωρείται από τεχνικούς του Αναδόχου προκειμένου να διαπιστωθεί ότι τα συστήματα που άπτονται άμεσα της ασφαλείας λειτουργούν ικανοποιητικά.

Όλες οι επί μέρους μηχανικές διατάξεις θα συμμορφώνονται προς τα ισχύοντα Ελληνικά Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών.

Ειδικές απαιτήσεις του εξοπλισμού μεταφοράς των χρησιμοποιούμενων ρευστών λόγω ανάπτυξης υψηλών πιέσεων.

Τα γεωτρύπανα θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 791.

Όταν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες, απαιτείται λήψη προστατευτικών μέτρων κατά περίπτωση, από το προσωπικό εκτέλεσης των εργασιών, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας Υλικού του εκάστοτε παραγωγού των υλικών (Material Safety Data Sheet, MSDS).

Οι εργαζόμενοι πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι εφοδιασμένοι με τα απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ), ανάλογα με το αντικείμενο και τη θέση των προς εκτέλεση εργασιών καθώς και τον τύπο του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Τα ΜΑΠ πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση, χωρίς φθορές, να φέρουν σήμανση CE και Δήλωση Συμμόρφωσης σύμφωνα με τις διατάξεις του καν. (ΕΕ) 2016/425 και να εμπίπτουν στα ακόλουθα Πρότυπα:

Πίνακας Α.1 – Απαιτήσεις για τα ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων	ΕΛΟΤ EN 388
Βιομηχανικά κράνη ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN 397
Προστατευτική ενδυμασία - Γενικές απαιτήσεις	ΕΛΟΤ EN ISO 13688
Προστασία ματιών και προσώπου για χρήση στην εργασία - Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις	ΕΛΟΤ EN ISO 16321-1
Προστασία ματιών και προσώπου κατά την εργασία - Μέρος 3: Πρόσθετες απαιτήσεις για προστατευτικά τύπου πλέγματος	ΕΛΟΤ EN ISO 16321-3
Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN ISO 20345

A.4 Μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος

Τα προς απόρριψη υλικά πρέπει να περισυλλέγονται και να μεταφέρονται στις προβλεπόμενες για τα άχρηστα υλικά θέσεις του εργοταξίου προς οριστική διάθεση.

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών ο Ανάδοχος πρέπει να λαμβάνει όλα τα μέτρα, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι διαταραχές και οχλήσεις στο περιβάλλον, όπως ενδεικτικά:

1. Μέτρα αντιμετώπισης διάβρωσης του εδάφους στους χώρους εκτέλεσης της εργασίας.
2. Μέτρα μείωσης του θορύβου στα αποδεκτά από τις ισχύουσες διατάξεις όρια.
3. Μέτρα περιορισμού δημιουργίας σκόνης, όπως κατάβρεγμα μεταφερόμενων υλικών επίχωσης, συστηματικός καθαρισμός οδοστρωμάτων κλπ.
4. Χρήση μηχανημάτων έργων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας για τη μείωση των ρυπογόνων εκπομπών, σύμφωνα με τις ισχύουσες Κοινοτικές Οδηγίες περί μηχανικού εξοπλισμού.

Σε κάθε περίπτωση έχουν εφαρμογή οι Περιβαλλοντικοί Όροι του Έργου.

Βιβλιογραφία

- [1] ΕΛΟΤ EN 791, *Drill rigs - Safety -- Γεωτρύπανα. Ασφάλεια.*
- [2] ΕΛΟΤ EN 16228-1, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 1: Common requirements -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 1: Κοινές απαιτήσεις*
- [3] ΕΛΟΤ EN 16228-2, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 2: Mobile drill rigs for civil and geotechnical engineering, quarrying and mining -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 2: Κινητά γεωτρύπανα για έργα πολιτικών και γεωτεχνικών μηχανικών, εκμετάλλευση λατομείων και ορυχείων*
- [4] Ν.1568/85, *"Περί υγιεινής και ασφάλειας εργαζομένων"* (Α' 177)
- [5] Π.Δ. 85/91, *"Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στον θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ"* (Α' 38)
- [6] Π.Δ 397/94, *Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ* (Α' 221)
- [7] Π.Δ. 105/95, *"Ελάχιστες προδιαγραφές για την σήμανση ασφάλειας ή / και υγείας στην εργασία, σε συμμόρφωση με την Οδηγία 92/58/ΕΟΚ"* (Α' 67)
- [8] Π.Δ. 17/96, *"Εφαρμογή μέτρων για την προώθηση της βελτίωσης της υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων"* σε συμμόρφωση με την οδηγία 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 159/99 (Α' 11)
- [9] Π.Δ. 305/96, *"Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια έργων, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΟΚ", σε συνδυασμό με την υπ' αριθμ. 130159/7.5.97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/ 19.5.97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με τα εν λόγω Π.Δ.* (Α' 212)
- [10] Υπουργική Απόφαση Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ΔΙΠΑΔ/οικ/889/27-11-2002, *Περί πρόληψης και αντιμετώπισης εργασιακού κινδύνου κατά την κατασκευή δημοσίων έργων (ΣΑΥ και ΦΑΥ)* (Β' 16)
- [11] Κανονισμός (ΕΕ) 2016/425 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9ης Μαρτίου 2016 σχετικά με τα μέσα ατομικής προστασίας και για την κατάργηση της οδηγίας 89/686/ΕΟΚ του Συμβουλίου
- [12] Υ.Α. 269357/1-9-2022 *"Αδρανή υλικά τα οποία προορίζονται για χρήση στα δημόσια έργα"* (Β' 4823).