

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-02-00:2023

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ  
HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION



Δονητική συμπίκνωση εδαφών

Vibratory soil compaction

Κλάση τιμολόγησης: 6

## Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή αναθεωρεί και αντικαθιστά την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-03-01-00:2009.

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 1501-11-03-01-00 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.....	8
4.3 Απαιτήσεις για τα αδρανή υλικά πλήρωσης.....	9
4.4 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό.....	9
4.5 Απαίτηση δοκιμαστικής εφαρμογής της μεθόδου.....	10
4.6 Ανοχές επιτυγχανόμενης συμπύκνωσης του εδαφικού υλικού.....	10
4.7 Απαιτήσεις τήρησης στοιχείων εκτέλεσης.....	10
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών.....	10
5.1 Γενικά.....	10
6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας.....	12
7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών.....	13
Παράρτημα Α (πληροφοριακό) Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος.....	14
Βιβλιογραφία.....	16

## 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 δεκατέσσερεις (314) Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ), ως Έκδοση 2<sup>η</sup> 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 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 συμπίκνωση εδαφών

### 1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής είναι οι καθορισμός των απαιτήσεων για τη βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους με τη μέθοδο της βαθιάς δονητικής συμπίκνωσης (vibro-compaction).

### 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 1997-1	<i>Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες</i>
ΕΛΟΤ EN 12096	<i>Mechanical vibration - Declaration and verification of vibration emission values -- Μηχανικές δονήσεις - Δήλωση και επαλήθευση των τιμών μετάδοσης δονήσεων</i>
ΕΛΟΤ EN 14731	<i>Execution of special geotechnical works - Ground treatment by deep vibration -- Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων - Βελτίωση εδάφους με βαθιά δονητική συμπίκνωση</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-1	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 1: Common requirements -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 1: Κοινές απαιτήσεις</i>
ΕΛΟΤ EN ISO 22476-1	<i>Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές - Δοκιμές πεδίου - Μέρος 1: Δοκιμή διείσδυσης ηλεκτρικού κώνου και πιεζοκώνου</i>
ΕΛΟΤ EN ISO 22476-2	<i>Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 2: Dynamic probing -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές - Δοκιμές πεδίου - Μέρος 2: Δοκιμή δυναμικής διείσδυσης</i>

ΕΛΟΤ EN ISO 22476-3

*Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 3: Standard penetration test -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές - Δοκιμές πεδίου - Μέρος 3: Τυποποιημένη δοκιμή διείσδυσης.*

### 3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

#### 3.1 Βαθιά δονητική συμπίκνωση

Μέθοδος βελτίωσης μηχανικών χαρακτηριστικών εδαφικού γεωυλικού μέσω δόνησης που εισάγεται στο έδαφος επιτυγχάνοντας συμπίκνωση και συνεπώς σημαντική αύξηση της σχετικής πυκνότητας. Λόγω της επακόλουθης μείωσης του εδαφικού όγκου προκαλείται ταπείνωση της επιφάνειας του εδάφους (με τη δημιουργία επιφανειακών «κρατήρων») κατά τη διάρκεια των εργασιών βελτίωσης. Η αύξηση της σχετικής πυκνότητας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, τη μείωση των καθιζήσεων και την ελαχιστοποίηση του κινδύνου ρευστοποίησης του εδάφους λόγω ραγδαίας επαναλαμβανόμενης φόρτισης.

Η μέθοδος αυτή δεν ενδείκνυται να εφαρμόζεται σε υλικά με ποσοστό λεπτοκόκκων μεγαλύτερο του 10% (ΕΛΟΤ EN14731).

Όταν ένα κορεσμένο, χαλαρό, κοκκώδες έδαφος υποβάλλεται σε επαναλαμβανόμενη φόρτιση (π.χ. δόνηση) τότε τείνει να συμπτυκνωθεί. Εάν, επιπρόσθετα, δεν υπάρχει η δυνατότητα στράγγισης του, τότε αυτή η τάση για μείωση του όγκου, οδηγεί σε μία αύξηση της πίεσης του νερού των πόρων (και ανάλογη μείωση της ενεργού τάσης). Εάν η επαναλαμβανόμενη φόρτιση διατηρηθεί επί κάποιο χρονικό διάστημα, τότε η ενεργός τάση τείνει να μηδενιστεί και το έδαφος χάνει μερικώς ή και ολικώς την διατμητική αντοχή του ανάλογα με την αρχική του σχετική πυκνότητα. Σε αυτήν την κατάσταση, το έδαφος δύναται να παρουσιάζει μεγάλες παραμορφώσεις και λέγεται ότι βρίσκεται σε κατάσταση «ρευστοποίησης».

Με τη βοήθεια της δόνησης που επιβάλλει ο δονητής, προκαλείται τοπική ρευστοποίηση σε μία μικρή μάζα του κορεσμένου κοκκώδους εδάφους, ενώ παράλληλα, διευκολύνεται η στράγγιση μέσω του ελεύθερου δακτυλίου μεταξύ του δονητή και του εδάφους, με αποτέλεσμα την ταχύτερη εκτόνωση της υπερπίεσης των πόρων. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη μείωση των κενών του εδάφους και στη διάταξή τους σε πυκνότερη κατάσταση μετά την απομάκρυνση του δονητή.

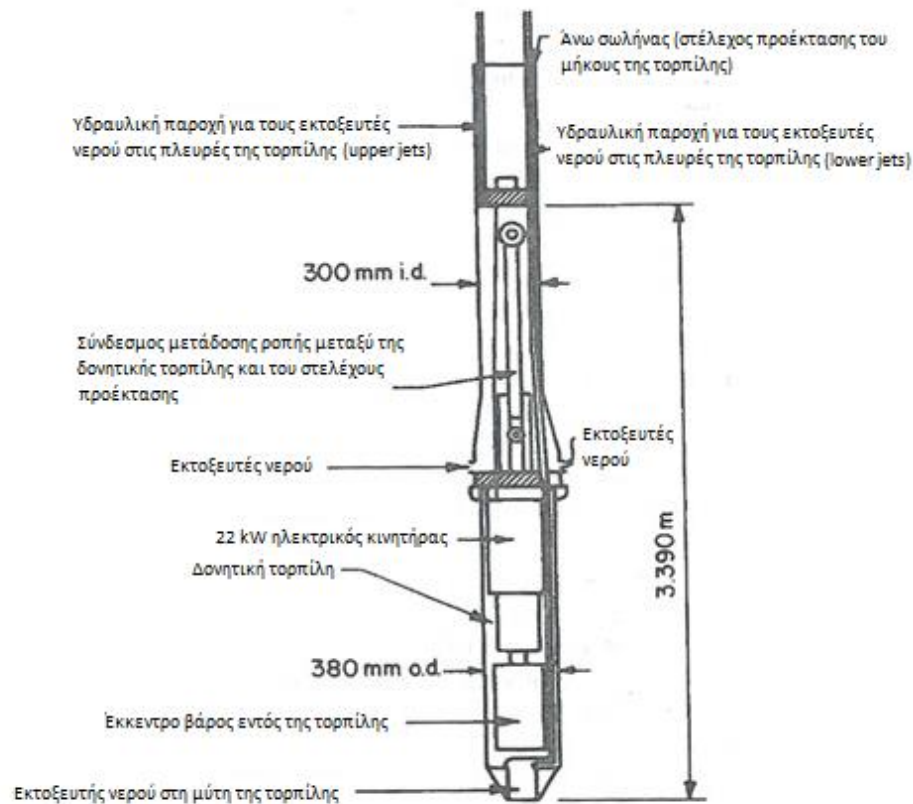
Σε μη κορεσμένα, χαλαρά κοκκώδη εδάφη, αντίστοιχα, η προκαλούμενη δόνηση έχει ως αποτέλεσμα ανάλογη αναδιάταξη των κόκκων - δυναμική συνίζηση - και μείωση των κενών με αύξηση της σχετικής πυκνότητας.

#### 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.

#### 3.3 Δονητική Τορπίλη (Vibro-flot)

Το κυρίως τμήμα του δονητή, αποτελείται από ένα κυλινδρικό μεταλλικό σωλήνα μορφής τορπίλης στην αιχμή του. Μέσα στον σωλήνα αυτό, ένα βάρος περιστρέφεται έκκεντρα, μεταδίδοντας τη δόνηση στο έδαφος (Σχήμα 1).



Σχήμα 1- Δονητική Τορπίλη (Vibro-flot)

### 3.4 Δονητική συμπίκνωση (Vibro compaction)

Διαδικασία συμπίκνωσης κοκκωδών εδαφών με τη βοήθεια του συστήματος δονητή-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 στα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 1997-1, ΕΛΟΤ EN 12096, ΕΛΟΤ EN 16228-1, ΕΛΟΤ EN ISO 22476-1, ΕΛΟΤ EN ISO 22476-2 και ΕΛΟΤ EN ISO 22476-3. Επιπλέον, για τον τελικό καθορισμό των ποσοτήτων των προς εκτέλεση αναγκαίων γεωτεχνικών ερευνών, είναι απαραίτητη η συνεκτίμηση της υπάρχουσας σχετικής εμπειρίας στη δονητική συμπίκνωση σε ανάλογες γεωτεχνικές συνθήκες ή/και των γεωτεχνικών πληροφοριών στην ευρύτερη περιοχή των εργασιών.

Οι γεωτεχνικές έρευνες μπορεί να είναι :

- (1) Δοκιμές πενετρομέτρου με στατικό ή δυναμικό κώνο
- (2) Δοκιμές πρότυπων δοκιμών διείδυσης (SPT)
- (3) Δοκιμές πρεσσιομέτρου
- (4) Γεωφυσικές, σεισμικές δοκιμές

- (5) Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις.

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

- (1) Παρουσία λεπτοκόκκων που μπορεί να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής της δονητικής συμπίκνωσης.
- (2) Στρώσεις κροκαλών 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.
- (3) Παρουσία ανθεκτικού φέροντος σχηματισμού ικανού πάχους που είναι δυνατόν να προκαλέσει δυσκολίες στη διείσδυση του δονητή και εξ αυτού να απαιτηθεί η εφαρμογή μεθόδων με χρήση προ-διάτρησης.
- (4) Συστηματική καταγραφή της στάθμης του υπογείου υδροφόρου ορίζοντα.
- (5) Παρουσία αρτεσιανού ή επικρεμάμενου υδροφόρου ορίζοντα.

#### 4.2 Γενικές απαιτήσεις

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

- (1) Ύπαρξη επαρκών γεωτεχνικών στοιχείων του εδάφους στην περιοχή εφαρμογής της τεχνικής της βαθιάς δόνησης.
- (2) Γνώση των απαραίτητων πληροφοριών που αφορούν στις επικρατούσες συνθήκες 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 (π.χ. κτίρια, δρόμοι, δίκτυα κοινής ωφέλειας), 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 στα γειτονικά κτίσματα).
- (6) Περιγραφή της μεθοδολογίας εκτέλεσης των εργασιών με σαφή και λεπτομερή αναφορά στον κατάλογο των μηχανημάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, στον κανάβο εφαρμογής της μεθόδου και στην χρονική αλληλουχία της κατασκευής.
- (7) Διάθεση τεχνικού προσωπικού βεβαιωμένης εμπειρίας, με επικεφαλής εργοδηγό βεβαιωμένης πείρας σε παρόμοιες εργασίες.
- (8) Εκτέλεση ενός δοκιμαστικού πεδίου, για την επαλήθευση της διαδικασίας εκτέλεσης των εργασιών, της απαιτούμενης πυκνότητας του κανάβου και της επιτυγχανόμενης συμπίκνωσης.

Πριν από την έναρξη των εργασιών, πρέπει να υποβάλλεται προς έγκριση η μεθοδολογία της βαθιάς δόνησης, η οποία πρέπει να περιέχει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- (1) Σκοπός των εργασιών βελτίωσης του εδάφους με την τεχνική της βαθιάς δόνησης.
- (2) Συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του εδάφους.
- (3) Περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου κατασκευής, η οποία κρίνεται ως κατάλληλη για τις αναμενόμενες γεωτεχνικές συνθήκες ή άλλες συνθήκες του εργοταξιακού χώρου.
- (4) Σχηματική εγκατάσταση του εξοπλισμού και της διαχείρισης των άχρηστων υλικών.
- (5) Διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου καθώς και τις ελάχιστες απαιτήσεις αυτού (π.χ. μεταβολή της υδραυλικής πίεσης ή της έντασης του ηλεκτρικού φορτίου με το βάθος και τον χρόνο).



- (6) Τα χαρακτηριστικά του αμμοχάλικου πλήρωσης με την αντίστοιχη κοκκομετρική καμπύλη. Στην περίπτωση της δονητικής συμπίκνωσης το υλικό αυτό είναι συνήθως το επιτόπου εδαφικό υλικό (εφόσον πληροί τις απαιτήσεις που αναφέρονται στην παράγραφο 4.3).
- (7) Κατασκευαστικά σχέδια και τεχνικές εκθέσεις με αναφορά στον κánaβο, το βάθος εφαρμογής, καθώς και την αλληλουχία των εργασιών.

### 4.3 Απαιτήσεις για τα αδρανή υλικά πλήρωσης

Τα αδρανή υλικά πλήρωσης πρέπει να ικανοποιούν τις ακόλουθες απαιτήσεις:

Το υλικό πλήρωσης του κρατήρα που δημιουργείται από τη μείωση του όγκου του επιτόπου εδαφικού υλικού κατά τη διαδικασία συμπίκνωσης, πρέπει να είναι αμμοχάλικο καλής διαβάθμισης με ποσοστό λεπτοκόκκου υλικού διερχόμενο από το κόσκινο ανοίγματος 0,063 mm, (πρότυπο ΕΛΟΤ EN 933-1, ΕΛΟΤ EN 933-2) μικρότερο από 10 %.

Σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14731 το υλικό πλήρωσης μπορεί να είναι και το επί τόπου υλικό.

Ως υλικό πλήρωσης πρέπει να αποφεύγεται η λεπτόκοκκη άμμος επειδή κατά τη διαδικασία συμπίκνωσης «ξεπλένεται» από το εκτοξευόμενο νερό του δονητή, καθώς επίσης και οι μεγάλοι χάλικες ή κροκάλες, λόγω του φαινομένου "arching" που δημιουργείται κατά τη συμπίκνωση.

Τα ενσωματούμενα ή χρησιμοποιούμενα υλικά πρέπει να ικανοποιούν τα αντίστοιχα Πρότυπα και τις απαιτήσεις που απορρέουν από τα αναφερόμενα στην παρούσα. 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 πρέπει να απομακρύνονται από την περιοχή του έργου.

### 4.4 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό

Για την εκτέλεση των εργασιών της δονητικής συμπίκνωσης, είναι απαραίτητος ο παρακάτω εξοπλισμός:

- (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 στην μελέτη και να επιβεβαιώνονται από την αρχική εφαρμογή στο δοκιμαστικό πεδίο. Ενδεικτικά, ως ελάχιστα χαρακτηριστικά για την εκτέλεση των εργασιών αυτών είναι:
  - Ισχύς 100 kW
  - Αθροιστικό πλάτος δόνησης 7 cm
  - Φυγοκεντρική δύναμη 150 kN
- (3) Ειδικά στελέχη ικανού μήκους ώστε να είναι δυνατή η διείσδυση του δονητή μέχρι το τελικό επιθυμητό βάθος.
- (4) Χωματοουργικά μηχανήματα για την εκτέλεση των πάσης φύσεως χωματοουργικών εργασιών πριν, κατά, και μετά την βαθιά δονητική συμπίκνωση, όπως εκσκαφείς, φορτωτές, φορτηγά αυτοκίνητα κλπ.
- (5) Αντλίες νερού και δίκτυα διαχείρισης του απαιτούμενου ύδατος, που στην περίπτωση της υγρής μεθόδου οι ποσότητες είναι σημαντικές.
- (6) Βοηθητικός εξοπλισμός όπως π.χ. δεξαμενές, δίκτυα κ.λπ.

#### 4.5 Απαιτήση δοκιμαστικής εφαρμογής της μεθόδου

Πριν από την τελική εφαρμογή της μεθόδου της βαθιάς δονητικής συμπύκνωσης στην προβλεπόμενη από τη Μελέτη προς βελτίωση έκταση, είναι απαραίτητο να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας εκτέλεσης των εργασιών σε τμήμα αυτής (δοκιμαστικό πεδίο), με την πραγματοποίηση διεισδύσεων της δονητικής στήλης σε τουλάχιστον 12 σημεία σε ένα κάναβο της τάξης των 3 x 4 m. Ο αριθμός των δοκιμαστικών διεισδύσεων και ο κάναβός τους πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι ο καθοριζόμενος στην Μελέτη.

Στο δοκιμαστικό αυτό πεδίο πρέπει να εκτελεστούν δοκιμές SPT, δοκιμές πενетроμέτρου, δοκιμαστικές φορτίσεις πλάκας, πρεσσιομετρήσεις κ.λπ. και να καθοριστούν οι λειτουργικές παράμετροι του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού (εύρος και συχνότητα δόνησης, ρυθμός διείσδυσης της δονητικής στήλης και βάθος διείσδυσης αυτής, προσθήκη ύδατος κ.λπ.), ώστε να εξασφαλίζεται η επίτευξη της επιθυμητής βελτίωσης των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών του εδαφικού υλικού.

Τα πορίσματα από την επιτυχή και σύμφωνα με τους στόχους της Μελέτης βελτίωση των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών του εδαφικού υλικού στο δοκιμαστικό πεδίο πρέπει στη συνέχεια να αποτελέσουν την βάση της μεθοδολογίας εκτέλεσης των προβλεπόμενων εργασιών.

#### 4.6 Ανοχές επιτυγχανόμενης συμπύκνωσης του εδαφικού υλικού

Οι αποκλίσεις της στοχευόμενης σύμφωνα με τη Μελέτη συμπύκνωσης του εδαφικού υλικού από την επιτυγχανόμενη στο πεδίο εφαρμογής δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα καθοριζόμενα στην Μελέτη όρια, καθοριζόμενα σε τιμές STP, πυκνότητας κ.λπ., προκειμένου να είναι μετρήσιμα με τυποποιημένες δοκιμές.

Η επιτυχία της βαθιάς δονητικής συμπύκνωσης εξαρτάται τόσο από τη μεθοδολογία εφαρμογής της όσο και από τα χαρακτηριστικά του εδαφικού υλικού. Είναι ως εκ τούτου απαραίτητο οι εργασίες να εκτελούνται σύμφωνα με τα πορίσματα που συνάχθηκαν στο δοκιμαστικό πεδίο.

#### 4.7 Απαιτήσεις τήρησης στοιχείων εκτέλεσης

Κατά τη διαδικασία της δονητικής συμπύκνωσης πρέπει να καταγράφονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία σε τυποποιημένο έγγραφο που ονομάζεται Μητρώο Εκτελεσμένης Δυναμικής Συμπύκνωσης.

Στο μητρώο της εκτελεσμένης εργασίας πρέπει να καταγράφονται: το σημείο εφαρμογής της συμπύκνωσης με την αρίθμησή του, η ημερομηνία συμπύκνωσης, οι στάθμες κεφαλής και αιχμής της συμπυκνωμένης στήλης, η πίεση και η παροχή του νερού στις διάφορες φάσεις της εργασίας, η υδραυλική πίεση ή ηλεκτρική ένταση συναρτήσει του βάθους διείσδυσης και του χρόνου (υπάρχουν και αυτοματοποιημένες διατάξεις για τις καταγραφές αυτές), καθώς και οι ποσότητες των αδρανών πλήρωσης του δημιουργούμενου κρατήρα.

Η δονητική στήλη πρέπει να είναι βαθμονομημένη σε όλο το μήκος της ανά 0,25 m, ώστε να είναι δυνατή η εύκολη μέτρηση της στάθμης της αιχμής της από την επιφάνεια του εδάφους.

### 5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

#### 5.1 Γενικά

Η εφαρμογή της βαθιάς δονητικής συμπύκνωσης απαιτεί ιδιαίτερη γνώση και εμπειρία με εξειδικευμένο κατά περίπτωση εξοπλισμό και προσωπικό. Η δονητική συμπύκνωση περιλαμβάνει τις εξής φάσεις :

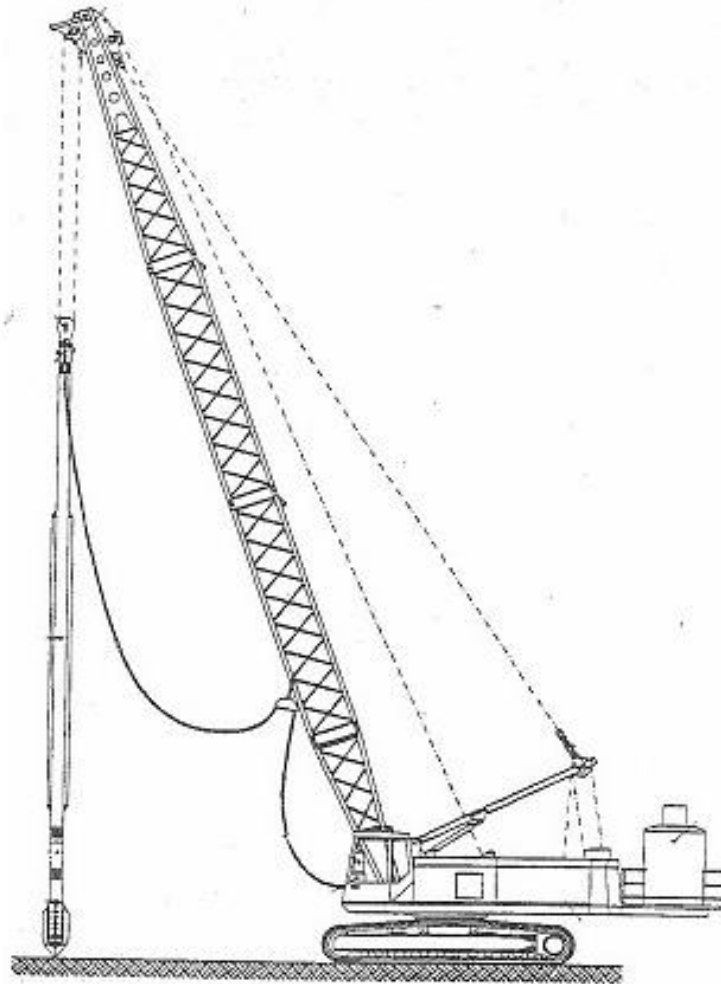
- (1) Την αρχική φάση που περιλαμβάνει τη διείσδυση της δονητικής στήλης μέχρι το επιθυμητό βάθος,
- (2) Τη φάση που περιλαμβάνει τη διαδικασία συμπύκνωσης και πλήρωσης με κατάλληλο υλικό.

Η δονητική στήλη τοποθετείται σε κατακόρυφη θέση (με τη βοήθεια του ανυψωτικού γερανού) στο σημείο όπου πρόκειται να εφαρμοστεί η δονητική συμπύκνωση (Σχήμα 2).

Με το ίδιο βάρος της δονητικής στήλης, τη βοήθεια του νερού 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 αποκλίσεων που προβλέπονται στη Μελέτη ή όπως απαιτηθεί από τις επιτόπου συνθήκες και με την έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

Σε περίπτωση που επιφανειακά υπάρχει σκληρό εδαφικό στρώμα που εμποδίζει την διείσδυση του δονητή πρέπει να γίνεται προ-διάτρηση με διάμετρο τουλάχιστον ίση με αυτή της δονητικής στήλης.

Αφού η δονητική στήλη φθάσει στο επιθυμητό βάθος, αρχίζει η διαδικασία συμπύκνωσης με ανιόντα βήματα της τάξης των 30 έως 60 cm μέχρι την επιφάνεια (Σχήμα 3), με μειωμένη παροχή νερού. Σε κάθε βήμα ο δονητής παραμένει σε σταθερή στάθμη κατ' ελάχιστον έως το εξ' αρχής προσδιορισμένο (από τη Μελέτη ή το δοκιμαστικό πεδίο) χρονικό διάστημα, ή 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, χρόνος παραμονής και αύξηση της πίεσης ή της έντασης προσδιορίζονται από το αρχικό δοκιμαστικό πεδίο.



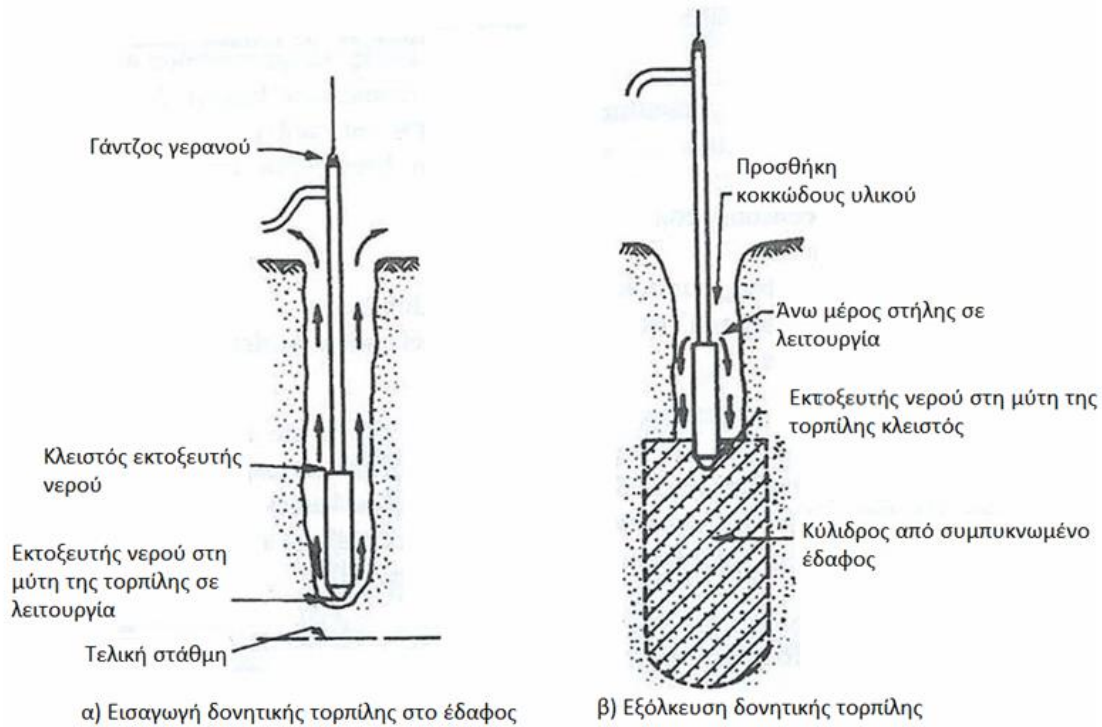
**Σχήμα 2 - Τυπική διάταξη ανυψωτικού γερανού για την εφαρμογή δονητικής συμπύκνωσης**

Η ως άνω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μίας συμπυκνωμένης εδαφικής στήλης η διάμετρος της οποίας κυμαίνεται από 2 έως 4 m, αναλόγως των συνθηκών.

Λόγω της συμπύκνωσης του εδαφικού υλικού στην επιφάνεια του εδάφους δημιουργείται ταπείνωση («κρατήρας»), ο όγκος της οποίας δείχνει και τον βαθμό της επιτευχθείσας μείωσης των κενών του υλικού (δηλαδή της επιτευχθείσας συμπύκνωσης).

Κατά τη διαδικασία συμπίκνωσης είναι απαραίτητη η πλήρωση των ανωτέρω κρατήρων με κοκκώδες υλικό.

Τα σημεία συμπίκνωσης διατάσσονται σε τριγωνικό ή τετραγωνικό κάναβο, ούτως ώστε να υπάρχει επικάλυψη των περιοχών επιρροής και να δημιουργείται μια ομοιόμορφα συμπτυκνωμένη στρώση.



Σχήμα 3 - Διαδικασία δονητικής συμπίκνωσης.

## 6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας

Για τον ποιοτικό έλεγχο της δονητικής συμπίκνωσης του εδάφους, απαιτούνται οι παρακάτω δοκιμές και έλεγχοι:

- (1) Έλεγχος συμμόρφωσης με τα κριτήρια της Μελέτης.
- (2) Έλεγχος ογκομετρικών στοιχείων των δημιουργουμένων "κρατήρων" ή/και έλεγχος των δελτίων αποστολής των προσκομιζομένων υλικών πλήρωσης (όταν δεν χρησιμοποιούνται προς τούτο επιτόπια υλικά).
- (3) Έλεγχος επίτευξης ικανοποιητικού βαθμού συμπίκνωσης σε κάθε βήμα κατά την ανύψωση της δονητικής στήλης, μέσω της αναπτυσσόμενης πίεσης λαδιών στο υδραυλικό σύστημα ή της έντασης του ρεύματος τροφοδοσίας του ηλεκτροκίνητου δονητικού στελέχους (ανάλογα με τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί ο Ανάδοχος). Η τιμή αυτή (πίεση λαδιών ή ένταση ρεύματος) πρέπει να είναι όπως προσδιορίστηκαν στο δοκιμαστικό πεδίο.
- (4) Έλεγχος Μητρώου Εκτελεσμένης Δυναμικής Συμπίκνωσης.

Δονητικές συμπτυκνώσεις των οποίων οι δοκιμές δεν αποδεικνύουν συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της παραγράφου 4.6 της παρούσας δεν γίνονται αποδεκτές και ο Ανάδοχος οφείλει να λάβει διορθωτικά μέτρα σύμφωνα με τις σχετικές εντολές της Αρμόδιας Αρχής.

## 7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η επιμέτρηση, της δονητικής συμπίκνωσης γίνεται σε τετραγωνικά μέτρα βελτιωμένης επιφάνειας, ή σε κυβικά μέτρα συμπυκνωθέντος εδαφικού υλικού, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στα Συμβατικά Τεύχη του έργου και στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή.

Η επιμέτρηση μπορεί να διακρίνεται λαμβάνοντας υπόψη το βάθος της βελτίωσης.

Στις ως άνω επιμετρούμενες μονάδες εργασιών περιλαμβάνονται

- (1) Η διάθεση του απαιτούμενου προσωπικού, εξοπλισμού και μέσων για την εκτέλεση των εργασιών
- (2) Η εισκόμιση (από οποιαδήποτε απόσταση) του εξοπλισμού κλπ μέσων, η θέση αυτών σε κατάσταση λειτουργικής ετοιμότητας και η απομάκρυνσή τους μετά το πέρας των εργασιών
- (3) Η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- (4) Οι εργασίες του δοκιμαστικού πεδίου
- (5) Οι γεωτεχνικές έρευνες και οι μετρήσεις που απαιτούνται για τον έλεγχο της επιθυμητής συμπίκνωσης
- (6) Η πραγματοποίηση των απαιτούμενων δοκιμών και ελέγχων σύμφωνα με την παρούσα, καθώς και η λήψη διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις .

Τα χρησιμοποιούμενα υλικά πλήρωσης των κρατήρων επιμετρούνται χωριστά ανά κυβικό μέτρο (m<sup>3</sup>) σύμφωνα τα καθοριζόμενα στα Συμβατικά Τεύχη του Έργου.

## 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).

#### 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 κ.λπ.).

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 ασφάλειας 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 γεωτρήσιμα θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 16228 (μέρη-1,-2,-3,-4,-5,-6, και -7).

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 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 κτλ.
4. Μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων από τις αναπτυσσόμενες δονήσεις σε υφιστάμενες κατασκευές εγγύς της περιοχής εκτέλεσης των εργασιών (π.χ. με την επιλογή καταλλήλου εξοπλισμού)
5. 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 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*
- [2] ΕΛΟΤ EN 16228-3, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 3: Horizontal directional drilling equipment (HDD) -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 3: Εξοπλισμός οριζόντιας γεώτρησης (HDD)*
- [3] ΕΛΟΤ EN 16228-4, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 4: Foundation equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 4: Εξοπλισμός θεμελίωσης*
- [4] ΕΛΟΤ EN 16228-5, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 5: Diaphragm walling equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 5: Εξοπλισμός διαφράγματος τοιχώματος*
- [5] ΕΛΟΤ EN 16228-6, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 6: Jetting, grouting and injection equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 6: Εξοπλισμός εκτόξευσης υγρού, αρμολόγησης και έγχυσης*
- [6] ΕΛΟΤ EN 16228-7, *Drilling and foundation equipment - Safety - Part 7: Interchangeable auxiliary equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 7: Εναλλάξιμος βοηθητικός εξοπλισμός* N.1568/85, "Περί υγιεινής και ασφάλειας εργαζομένων" (Α' 177)
- [7] 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)
- [8] 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)
- [9] 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)
- [10] 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)
- [11] 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)
- [12] 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)
- [13] 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