

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-02:2023

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**  
**HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION**



**Εγκατάσταση υπογείων δικτύων χωρίς διάνοιξη ορύγματος με εφαρμογή μεθόδων  
αφαίρεσης του εδαφικού υλικού**

**Trenchless installation of underground utilities with soil removal methods**

Κλάση τιμολόγησης: **10**

## Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή αναθεωρεί και αντικαθιστά την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-02:2009.

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 1501-08-01-04-02 εγκρίθηκε την 2023-02-24 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.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο .....	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί .....	6
4 Απαιτήσεις.....	9
4.1 Γενικά .....	9
4.2 Απαιτήσεις για τις σωληνώσεις .....	9
4.3 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό .....	10
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών .....	13
5.1 Γενικά .....	13
5.2 Φρέατα εκκίνησης και εξόδου .....	14
5.3 Διαδικασία διάτρησης .....	14
5.4 Τοποθέτηση σωλήνων δικτύου .....	19
6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας .....	19
7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών .....	20
Παράρτημα Α (πληροφοριακό) Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος .....	21
Βιβλιογραφία.....	23

## 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 επεξεργάσθηκε ο ΕΛΟΤ προκειμένου να εφαρμόζονται στην κατασκευή των δημοσίων τεχνικών έργων στην χώρα, με σκοπό την παραγωγή έργων άρτιων και ικανών να ανταποκριθούν και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που υπέδειξαν την κατασκευή τους και να αποβούν επωφεληή 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 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.

# Εγκατάσταση υπογείων δικτύων χωρίς διάνοιξη ορύγματος με εφαρμογή μεθόδων αφαίρεσης του εδαφικού υλικού

## 1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής είναι η εκτέλεση εργασιών εγκατάστασης υπογείων δικτύων πάσης φύσεως χωρίς ανοικτή εκσκαφή με τη μέθοδο της αφαίρεσης του εδαφικού υλικού.

Ειδικότερα, καθορίζονται οι απαιτήσεις για τις ακόλουθες τεχνικές αφαίρεσης του εδάφους:

- (1) αρχικά διεύθυνση του σωλήνα επένδυσης ή του παραγωγικού σωλήνα (δυναμική ή υδραυλική) και στη συνέχεια αφαίρεση του εδαφικού υλικού
- (2) αρχικά αφαίρεση του εδαφικού υλικού και στη συνέχεια διεύθυνση του σωλήνα.

Οι τεχνικές κατασκευής υπογείων δικτύων χωρίς ανοικτή εκσκαφή, αλλά με εκτόπιση του εδαφικού υλικού, αποτελούν αντικείμενο της Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-01.

## 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 295-7	<i>Vitrified clay pipe systems for drains and sewers - Part 7: Requirements for pipes and joints for pipe jacking -- Συστήματα σωληνώσεων για αποχετεύσεις και απόβλητα από εφυσωμένη άργιλο - Μέρος 7: Απαιτήσεις για σωλήνες και συνδέσμους για σωλήνες τοποθετούμενους με ώθηση</i>
ΕΛΟΤ EN 1916	<i>Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced -- Τσιμεντοσωλήνες και ειδικά τεμάχια από σκυρόδεμα άοπλο ή οπλισμένο ή ενισχυμένο με ίνες χάλυβα</i>
ΕΛΟΤ EN 10216-1	<i>Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties -- Χαλύβδινοι σωλήνες άνευ ραφής για εγκαταστάσεις υπό πίεση - Τεχνικοί όροι παράδοσης - Μέρος 1: Μη κεκραμένοι χαλύβδινοι σωλήνες με καθορισμένες ιδιότητες σε θερμοκρασία δωματίου</i>
ΕΛΟΤ EN 12889	<i>Trenchless construction and testing of drains and sewers -- Κατασκευή χωρίς όρυγμα και δοκιμές για δίκτυα ομβρίων και ακαθάρτων</i>
ISO 13470	<i>Trenchless applications of ductile iron pipes systems -- Product design and installation</i>
ISO 25780	<i>Plastics piping systems for pressure and non-pressure water supply, irrigation, drainage or sewerage - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin - Pipes with flexible joints intended to be installed using jacking techniques</i>

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-01	<i>Trenchless utilities installation with soil displacement methods -- Εγκατάσταση υπογείων δικτύων χωρίς διάνοιξη ορύγματος με εφαρμογή μεθόδων αφαίρεσης του εδαφικού υλικού</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-10-01-00	<i>Water and wastewater and sludge pumping in construction sites -- Εργοταξιακές αντλήσεις υδάτων και βορβόρου – λυμάτων</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-10-03-00	<i>Dewatering from wells and well points -- Αντλήσεις υποβιβασμού υδροφόρου ορίζοντα από φρέατα αποστράγγισης και well points</i>

### 3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

#### 3.1 Συστήματα διάτρησης

Η επιλογή του κατάλληλου κατά περίπτωση συστήματος εγκατάστασης υπογείου δικτύου χωρίς ανοιχτή εκσκαφή, με αφαίρεση του εδαφικού υλικού, γίνεται σε συνδυασμό με τη διάμετρο του αγωγού που εγκαθίσταται, τον χρόνο αυτοστήριξης του εδάφους και την ύπαρξη ή μη υπογείων υδάτων. Τα συστήματα διάνοιξης κατηγοριοποιούνται ως εξής:

- (1) Μερικώς κατευθυνόμενα ή μη κατευθυνόμενα συστήματα διάνοιξης υπογείου ορύγματος.
- (2) Τηλεχειριζόμενα συστήματα διάνοιξης ορύγματος συνεχώς ελεγχόμενης κατεύθυνσης.
- (3) Τηλεχειριζόμενα συστήματα διάνοιξης ορύγματος συνεχώς ελεγχόμενης κατεύθυνσης με υποστήριξη του μετώπου εκσκαφής.

##### 3.1.1 Σύστημα συνεχώς ελεγχόμενης κατεύθυνσης – Τηλεχειριζόμενο σύστημα

Ως σύστημα “συνεχώς ελεγχόμενης κατεύθυνσης” νοείται το σύστημα το οποίο έχει τη δυνατότητα συνεχούς εξακρίβωσης της θέσης του μετώπου προσβολής και αλλαγής της πορείας κατά τη διάρκεια της όρυξης.

##### 3.1.2 Μη κατευθυνόμενα και μερικώς κατευθυνόμενα συστήματα διάτρησης

Εφαρμόζονται μόνο για ευθύγραμμα τμήματα δικτύων. Η θέση διάτρησης και η κατεύθυνση ρυθμίζονται πριν από την έναρξη των εργασιών, από το φρέαρ εκκίνησης. Ανάλογα με το εφαρμοζόμενο σύστημα απαιτείται και ο κατάλληλος βοηθητικός εξοπλισμός.

Για την εφαρμογή των μη καθοδηγούμενων μεθόδων απαιτείται λεπτομερής έρευνα τόσο για την ακριβή θέση των υφιστάμενων υπόγειων δικτύων, όσο και για τα χαρακτηριστικά και τη σύσταση του εδάφους ώστε να είναι δυνατόν να καθορισθεί η ακριβής πορεία του ορύγματος πριν από την έναρξη των εργασιών.

#### 3.2 Κατηγοριοποίηση των εδαφών

Η κατηγοριοποίηση των εδαφών από πλευράς εκσκαψιμότητας (βλ. Βιβλιογραφία, Πρότυπο DIN 18319 ) έχει ως εξής:

- (1) Μη συνεκτικά εδάφη (κύριο συστατικό τα αμμοχάλικα):  
Η κατάταξή τους γίνεται με βάση την κοκκομετρική διαβάθμιση (στενή διαβάθμιση  $U=d_{60}:d_{10}<6$  και μεσαία ως ευρεία διαβάθμιση) και τον βαθμό πυκνότητας (χαλαρά, μεσαία, πυκνά).
- (2) Συνεκτικά εδάφη (κύρια συστατικά ιλύς ή άργιλος):  
Η κατάταξή τους γίνεται με βάση τη συνοχή (μαλακά, μέσης σκληρότητας, σκληρά) και τη σύστασή τους (ανόργανα, οργανικά).
- (3) Χαλαρά εδάφη με λίθους μεγαλύτερους των 63 mm:  
Η κατάταξή τους γίνεται με βάση το μέγεθος (<300 mm και <600 mm) και το ποσοστό των λίθων (<30% και > 30%).
- (4) Βραχώδη εδάφη με βάση τη θλιπτική αντοχή τους.

### 3.3 Μέθοδοι των συστημάτων αφαίρεσης εδαφικού υλικού

Οι μέθοδοι και ο τρόπος λειτουργίας των συνήθως εφαρμοζόμενων συστημάτων αφαίρεσης εδάφους είναι:

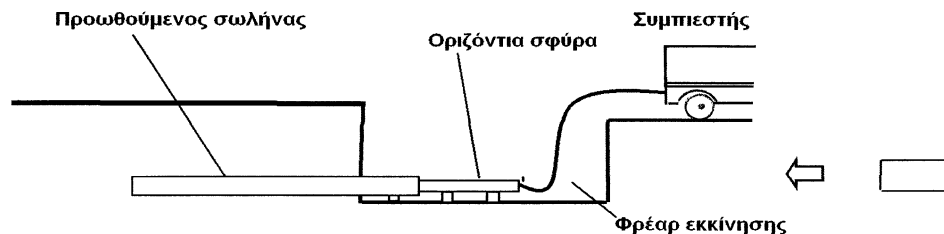
#### 3.3.1 Κρουστική έμπηξη ανοικτού σωλήνα (Pipe Ramming)

Η μέθοδος συνίσταται στη διάνοιξη υπογείου ορύγματος με έμπηξη χαλυβδοσωλήνα επένδυσης ή παραγωγικού σωλήνα (δικτύου) με ανοικτό άκρο μέσω εξωτερικής κρουστικής σφύρας και αφαίρεση του εδάφους, είτε συγχρόνως με τη διείσδυση του σωλήνα είτε σε επόμενη φάση.

Ο εξοπλισμός έμπηξης (σφύρα) προσαρμόζεται στο πίσω μέρος του σωλήνα και τον οδηγεί εντός του εδάφους με επαναλαμβανόμενες κρούσεις.

Η αποκομιδή των προϊόντων εκσκαφής από το εσωτερικό του σωλήνα γίνεται είτε μηχανικά, όπως με πεπιεσμένο αέρα, εκτόξευση νερού ή με μεταφορικό κοχλία, είτε χειρωνακτικά σε περιπτώσεις μεγάλης εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα επένδυσης.

Το σύστημα χρησιμοποιείται συνήθως για διάβαση δικτύου κάτω από οδούς, σιδηροδρομικές γραμμές και γενικώς επιχώματα συγκοινωνιακών έργων.



Σχήμα 1 – Σχηματική απεικόνιση συστήματος κρουστικής έμπηξης ανοικτού σωλήνα

#### 3.3.2 Υδραυλική προώθηση σωλήνα (Pipe Jacking)

Η μέθοδος συνίσταται στη διάνοιξη υπογείου ορύγματος με την προώθηση των σωλήνων επένδυσης ή δικτύου μέσω υδραυλικών εμβόλων (γρύλων) από φρέαρ εκκίνησης. Τα υδραυλικά έμβολα στηρίζονται σε ειδικά διαμορφωμένο σώμα έδρασης για τη μεταφορά των φορτίων ώθησης στο έδαφος.

Το σύστημα συνδυάζεται συνήθως με ταυτόχρονη μηχανική εκσκαφή του μετώπου και μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής με μεταφορικό κοχλία (ξηρή μεταφορά) ή με ρεύμα νερού ή με μηχανήμα ολομέτωπης κοπής.

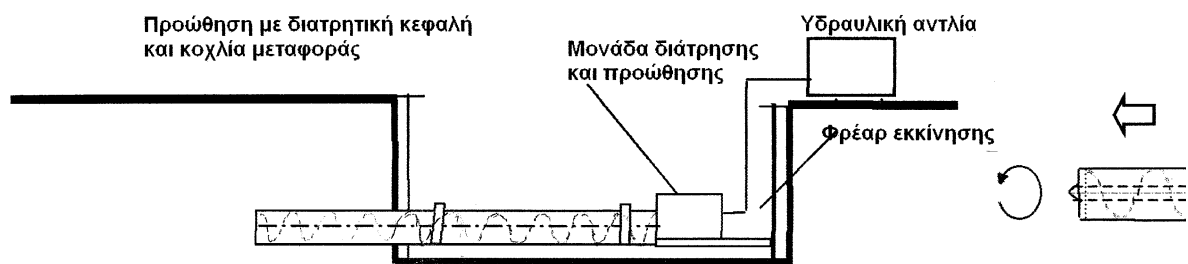
Για την κατανομή των φορτίων προώθησης κατά μήκος του σωλήνα ώστε να αποφευχθεί η υπέρβαση των φορτίων σχεδιασμού του ή για την ολοκλήρωση της εργασίας όταν η ισχύς του εξοπλισμού προώθησης δεν επαρκεί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης (Intermediate Jacking Station).

#### 3.3.3 Διάνοιξη με κοχλία (Auger Boring)

Διακρίνεται σε μη κατευθυνόμενη διάνοιξη (Auger Boring) και κατευθυνόμενη διάνοιξη (Guided Auger Boring).

##### (1) Μη κατευθυνόμενη διάνοιξη με κοχλία (Auger Boring)

Η μέθοδος συνίσταται στην υδραυλική προώθηση του σωλήνα επένδυσης ή του παραγωγικού, με ταυτόχρονη εκσκαφή του μετώπου μέσω περιστρεφόμενης διατρητικής κεφαλής και συνεχή μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής με μεταφορικό κοχλία.



**Σχήμα 2 - Σχηματική απεικόνιση μη καθοδηγούμενου συστήματος διάνοιξης κοχλία (Auger Boring)**

## (2) Κατευθυνόμενη διάνοιξη κοχλία (Guided Auger Boring)

Η μέθοδος της κατευθυνόμενης διάνοιξης κοχλία είναι παρόμοια της μεθόδου “τεχνικής μικροσηράγγων” με τη διαφορά ότι ο μηχανισμός ενεργοποίησης του συστήματος καθοδήγησης βρίσκεται στον άξονα μετάδοσης της κίνησης.

Ο όρος “κατευθυνόμενη διάνοιξη κοχλία” χρησιμοποιείται επίσης για το σύστημα διάνοιξης κοχλία όταν υπάρχει άρθρωση του προωθούμενου σωλήνα κοντά στην κοπτική κεφαλή η οποία ενεργοποιείται μέσω μοχλών από το φρέαρ εκκίνησης.

### 3.3.4 Κατευθυνόμενη διάτρηση (Directional Drilling ή Guided Boring)

Διακρίνεται σε κατευθυνόμενη διάτρηση και οριζόντια κατευθυνόμενη διάτρηση (Horizontal Directional Drilling).

Η μέθοδος συνίσταται σε κατευθυνόμενη διάνοιξη πιλοτικής οπής και στη συνέχεια διεύρυνσή της στην τελική διάμετρο, με κεφαλή διεύρυνσης (σε μία ή περισσότερες διελεύσεις) ή με κοπτική κεφαλή και μεταφορικό κοχλία, τα οποία συνδέονται πίσω από τα στελέχη της πιλοτικής οπής όταν ο εξοπλισμός διάτρησης φθάσει στο φρέαρ εξόδου.

Η κατευθυνόμενη διάτρηση μπορεί να εφαρμοστεί είτε μεταξύ φρεάτων εκκίνησης και εξόδου (οριζόντια), είτε από την επιφάνεια του εδάφους με τοποθέτηση του εξοπλισμού έτσι ώστε η διάτρηση του εδάφους να γίνεται υπό γωνία προς την οριζόντια (χάραξη αβαθούς τόξου).

Ο εξοπλισμός της κατευθυνόμενης διάτρησης λειτουργεί συνήθως με υγρό διάτρησης για τη λίπανση της διατρητικής κεφαλής, τη μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής στο σημείο εκκίνησης και τη σταθεροποίηση της οπής πριν από τη διεύρυνση ή με πεπιεσμένο αέρα χωρίς υγρό.

### 3.3.5 Τεχνική μικροσηράγγων (Microtunneling)

Η μέθοδος συνίσταται σε διάνοιξη μικροσήραγγας, υδραυλική προώθηση σωλήνα και συνεχή υποστήριξη του μετώπου εκσκαφής με χρήση εξοπλισμού κατευθυνόμενου με τηλεχειρισμό.

Η διάνοιξη του υπογείου ορύγματος γίνεται με χρήση τηλεχειριζόμενου διατρητικού εξοπλισμού μικροσήραγγας (MTBM: Micro Tunneling Boring Machine) με αρθρωτή κεφαλή, ταυτόχρονη εγκατάσταση σωλήνα, ταυτόχρονη αποκομιδή των προϊόντων εκσκαφής και συνεχή υποστήριξη του μετώπου εκσκαφής.

Ο εξοπλισμός, ανάλογα με τον τρόπο αντιστάθμισης των εδαφικών και υδροστατικών πιέσεων του μετώπου (αποκατάσταση ισορροπίας μεταξύ των πιέσεων του μετώπου και της πίεσης που ασκείται από την κεφαλή στο μέτωπο), διακρίνεται σε:

- (1) Εξοπλισμό “αντιστάθμισης πιέσεων με υλικό εκσκαφής” ή “αντιστάθμισης πιέσεων με επιβολή θετικής δύναμης” (Earth Pressure Balance). Με αυτό τον τύπο MTBM η συνεχής υποστήριξη του μετώπου εκσκαφής γίνεται μέσω της πίεσης που ασκείται επ’ αυτού με υλικά εκσκαφής στο “θάλαμο κεφαλής”.
- (2) Εξοπλισμός “αντιστάθμισης πιέσεων με πολφό ” (Slurry). Με αυτό τον τύπο MTBM η αντιστάθμιση των πιέσεων του μετώπου εκσκαφής και των υπογείων υδάτων γίνεται μέσω της πίεσης που ασκείται επ’ αυτού με διάλυμα μπεντονίτη ή μίγμα νερού με υλικά εκσκαφής στο “θάλαμο κεφαλής”.



- (3) Εξοπλισμός “αντιστάθμισης πιέσεων με πεπιεσμένο αέρα” (Compressed Air). Με αυτό τον τύπο MTBM η αντιστάθμιση των πιέσεων του μετώπου εκσκαφής και των υπογείων υδάτων επιτυγχάνεται με πιεσμένο αέρα στο “θάλαμο κεφαλής”.

Υπάρχει και εξοπλισμός “μικτού τύπου” που λειτουργεί με συνδυασμό των παραπάνω τεχνικών (π.χ. συστήματα MTBM πολφού και πεπιεσμένου αέρα).

Η αποκομιδή των προϊόντων εκσκαφής γίνεται είτε υδραυλικά (με κυκλοφορία διαμέσου του ρευστού στήριξης του μετώπου), είτε μηχανικά (με χρήση μεταφορικού ιμάντα που διέρχεται στο εσωτερικό του MTBM), ανάλογα και με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο αντιστήριξης του μετώπου.

## 4 Απαιτήσεις

### 4.1 Γενικά

Η εγκατάσταση υπογείων δικτύων χωρίς διάνοιξη ορύγματος με εφαρμογή μεθόδων αφαίρεσης του εδαφικού υλικού μπορεί να γίνει σε όλους τους τύπους των εδαφών και για ποικιλία διαμέτρων αγωγών.

Για την εφαρμογή των μεθόδων υπόγειας διάνοιξης απαιτείται λεπτομερής αναγνώριση των υπογείων δικτύων και ακριβής προσδιορισμός και καταγραφή του βάθους και της θέσης τους.

Η εργασία περιλαμβάνει τον έλεγχο κυκλοφορίας, την εκσκαφή των φρεάτων εκκίνησης και εξόδου, τον έλεγχο των υδάτων, τη διάνοιξη υπογείου ορύγματος με ή χωρίς προστατευτική επένδυση, την τοποθέτηση και σύνδεση των σωλήνων του δικτύου, την επανεπίκλιση του απομένοντος όγκου εκσκαφής των φρεάτων, την απομάκρυνση των προϊόντων εκσκαφής και την διάθεσή τους στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης ή οριστικής απόρριψης όπως αυτοί προβλέπονται στη Μελέτη και την αποκατάσταση της περιοχής των φρεάτων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών και των σχετικών ελέγχων.

Η κατασκευή τμήματος αγωγού βαρύτητας με τις μεθόδους της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής και του σχετικού Προτύπου ΕΛΟΤ EN 12889 πρέπει να έχει ολοκληρωθεί πριν από την κατασκευή των ανάντη και κατάντη τμημάτων του αγωγού, ώστε να είναι δυνατόν να γίνουν τυχόν απαιτούμενες προσαρμογές (εξισορρόπηση αποκλίσεων) για τη σύνδεσή τους.

Πριν από την έναρξη κατασκευής σε οποιαδήποτε θέση πρέπει να έχουν ληφθεί όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας των υπαρχουσών κατασκευών κοντά στο έργο, καθώς και τα μέτρα προστασίας των λοιπών δικτύων Ο.Κ.Ω., εάν προβλέπεται να διατηρηθούν.

Η τεχνική διάτρησης με αφαίρεση του εδαφικού υλικού εφαρμόζεται είτε για διάνοιξη οπής σε αυτοστηριζόμενα εδάφη και τοποθέτηση του αγωγού στη συνέχεια, είτε για την κατ’ ευθείαν διείσδυση και προώθηση της σωλήνωσης (κατά τη διάτρηση).

### 4.2 Απαιτήσεις για τις σωληνώσεις

Για την κατασκευή υπογείων δικτύων χωρίς ανοικτή εκσκαφή απαιτούνται τα εξής βασικά υλικά:

- (1) Σωλήνες επένδυσης της διάτρησης με κατάλληλες συνδέσεις (σε περίπτωση κατασκευής του δικτύου σε δύο φάσεις).
- (2) Σωλήνες δικτύου που εγκαθίστανται εντός της διάτρησης.
- (3) Συνδέσεις του δικτύου ανάντη και κατάντη

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα υπόγεια δίκτυα χωρίς ανοικτή εκσκαφή πρέπει να διαθέτουν τις επιδόσεις που προβλέπονται στη Μελέτη του δικτύου και να είναι κατάλληλα προς εφαρμογή με τεχνικές εγκατάστασης χωρίς ανοικτό όρυγμα.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να συνοδεύονται από εκθέσεις δοκιμών αναγνωρισμένων και εξειδικευμένων εργαστηρίων ή δηλώσεις επιδόσεων του παραγωγού τους (όταν πρόκειται για προϊόντα που καλύπτονται από τα εναρμονισμένα Πρότυπα του κανονισμού (ΕΕ) 305/2011 για τα δομικά προϊόντα) από τις οποίες να προκύπτει η καταλληλότητά τους, καθώς και από κατάλογο επιτυχών εφαρμογών με χρήση των συγκεκριμένων μεθόδων τοποθέτησης.

Οι σωλήνες επένδυσης που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι χαλυβδοσωλήνες (κατά ΕΛΟΤ EN 10216-1), τσιμεντοσωλήνες οπλισμένοι υψηλής αντοχής (κατά ΕΛΟΤ EN 1916), σωλήνες ελατού χυτοσιδήρου (κατά ISO 13470), εφυσωμένοι πηλοσωλήνες (κατά ΕΛΟΤ EN 295-7), πλαστικοί σωλήνες (PVC), ινοπλισμένοι πλαστικοί σωλήνες (Glass fibre reinforced Plastic – GRP κατά ISO 25780) και σωλήνες από ινοτσιμέντο. Η επιλογή τους πρέπει να γίνεται με βάση τις απαιτήσεις επιδόσεων της Μελέτης, τη διάμετρο του αγωγού, το μήκος τοποθέτησης και το χρησιμοποιούμενο σύστημα διάνοιξης του ορύγματος.

Οι σωλήνες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι ειδικά κατασκευασμένοι για εγκατάσταση με μεθόδους υπόγειας διάνοιξης ορύγματος. Γενικά οι σωλήνες επένδυσης του ορύγματος πρέπει να έχουν κυκλική διατομή, λεία εξωτερική επιφάνεια και κάθετα και λεία άκρα ώστε τα φορτία προώθησης να κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλη τη διατομή του σωλήνα. Οι σύνδεσμοί τους πρέπει να επιτρέπουν την εύκολη μηχανική σύνδεση των τεμαχίων του σωλήνα μεταξύ τους.

Τα τοιχώματα του σωλήνα πρέπει να έχουν την ικανότητα να παραλάβουν όλα τα φορτία που αναπτύσσονται κατά τη διαδικασία της εγκατάστασης καθώς και τα φορτία του εγκαταστημένου σωλήνα του δικτύου (φάση λειτουργίας). Η τοποθέτηση των σωλήνων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις του εργοστασίου παραγωγής.

Οι χρησιμοποιούμενοι σωλήνες επένδυσης πρέπει να προέρχονται από εργοστάσια που εφαρμόζουν παραγωγική διαδικασία πιστοποιημένη σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 9001 ή ισοδύναμο.

### 4.3 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό

#### 4.3.1 Γενικά

Ο Ανάδοχος πρέπει να διαθέσει κατάλληλο και επαρκή εξοπλισμό για την εμπρόθεσμη και έντεχνη εκτέλεση των εργασιών διείσδυσης του σωλήνα, αποκομιδής και διάθεσης των προϊόντων εκσκαφής και εγκατάστασης και ελέγχου του αγωγού του δικτύου.

Ο εξοπλισμός πρέπει να συνίσταται κατ' ελάχιστον από τα εξής:

- (1) Σύστημα εκσκαφής και υποστήριξης του ορύγματος.
- (2) Σύστημα διείσδυσης σωλήνων.
- (3) Σύστημα αποκομιδής και διάθεσης των προϊόντων εκσκαφής.
- (4) Σύστημα ελέγχου κατεύθυνσης.
- (5) Σύστημα λίπανσης σωλήνων (αν απαιτηθεί).

Ανάλογα με τη διάμετρο του προστατευτικού σωλήνα, το μήκος εφαρμογής (φρέατα εκκίνησης και εξόδου) και της εδαφικής συνθήκης, προκύπτει η ονομαστική ισχύς του εξοπλισμού η οποία σε κάθε περίπτωση πρέπει να υπερκαλύπτει το προβλεπόμενο μέγιστο φορτίο για τη διείσδυση των σωλήνων.

Ο εξοπλισμός πρέπει να είναι σε άριστη κατάσταση λειτουργίας και να συντηρείται κανονικά.

Τα μη κατευθυνόμενα ή ημι-κατευθυνόμενα (περιορισμένων δυνατοτήτων ελέγχου κατεύθυνσης) συστήματα πρέπει να εφαρμόζονται μόνο σε ευθύγραμμα τμήματα δικτύων. Για τα συστήματα αυτά η θέση διάτρησης και η κατεύθυνση ρυθμίζονται στο φρέαρ εκκίνησης.

Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στα συμβατικά τεύχη η επιλογή του συστήματος διάνοιξης του ορύγματος πρέπει να γίνεται από τον Ανάδοχο ο οποίος πρέπει να λαμβάνει υπ' όψη:

- (1) Τις ειδικότερες απαιτήσεις της Μελέτης.
- (2) Τα χαρακτηριστικά του εδάφους (ποσοστό αμμοχάλικου, λίθων και ογκόλιθων).
- (3) Την παρουσία υπογείων υδάτων, την εγγύτητα της χάραξης του νέου δικτύου με υφιστάμενα υπόγεια δίκτυα.
- (4) Την απαιτούμενη από τη Μελέτη ακρίβεια ευθυγράμμισης και κλίσης.
- (5) Το τύπο και το μέγεθος του σωλήνα του αγωγού ή του σωλήνα επένδυσης καθώς και το μήκος του υπόγειου ορύγματος.

- (6) Την πιθανότητα συνάντησης εμποδίων που δεν έχουν προβλεφθεί κατά μήκος της χάραξης.
- (7) Τη διαθεσιμότητα χώρων ανάπτυξης εργοταξιακών εγκαταστάσεων σε συνδυασμό και με τις κυκλοφοριακές συνθήκες της περιοχής.
- (8) Τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που τίθενται στα συμβατικά τεύχη.

Ανάλογα και με τις απαιτήσεις της Μελέτης πρέπει να υποβληθούν στην Αρμόδια Αρχή τα παρακάτω στοιχεία:

- (1) Χαρακτηριστικά σωλήνων, υλικό, διάμετρος, πάχος τοιχώματος, μήκος τμημάτων εφαρμογής και υπολογισμοί διαστασιολόγησης με βάση τα φορτία καθ' όλες τις φάσεις κατασκευής και λειτουργίας (συμπεριλαμβανομένων και των αναπτυσσόμενων φορτίων λόγω αποκλίσεων κατά τη διείδυση των σωλήνων).
- (2) Εκθέσεις αναγνωρισμένων και εξειδικευμένων εργαστηρίων ή δηλώσεις επιδόσεων των παραγωγών των σωλήνων από τα οποία να προκύπτει ότι οι σωλήνες καλύπτουν τις απαιτήσεις του έργου, τεχνικά φυλλάδια προδιαγραφών και χαρακτηριστικών των προτεινόμενων σωλήνων καθώς και πίνακες επιτρεπόμενων φορτίων ασφαλούς κατασκευής και λειτουργίας του δικτύου.
- (3) Τεχνικό φυλλάδιο για το προτεινόμενο λιπαντικό σωλήνων και λεπτομέρειες τρόπου εφαρμογής.
- (4) Σχέδια γενικής διάταξης και λεπτομερειών των φρεάτων προσπέλασης (βάθος, μέθοδος εκσκαφής τους, σχεδιασμός αντιστηρίξεων, μέτρα ελέγχου επιφανειακών και υπογείων υδάτων, διαμόρφωση διαπέδου εργασίας και υποδοχής του εξοπλισμού και σχεδιασμός σώματος αντίδρασης εμβόλων).
- (5) Αναλυτική περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου κατασκευής και της αλληλουχίας των εργασιών κατασκευής.
- (6) Διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου επιφανειακών παραμορφώσεων κατά την εκτέλεση των εργασιών διάνοιξης του υπόγειου ορύγματος (π.χ. έλεγχος διόγκωσης εδάφους).
- (7) Λεπτομερή τεχνικά στοιχεία του εξοπλισμού που πρέπει να χρησιμοποιηθεί (τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή με σύντομη τεχνική μετάφραση στα Ελληνικά).

Ανάλογα με την προβλεπόμενη στη Μελέτη ή προτεινόμενη από τον Ανάδοχο τεχνική εγκατάσταση με αφαίρεση του εδαφικού υλικού, απαιτείται ο καθορισμός και των ακολούθων τεχνικών στοιχείων:

#### **4.3.2 Υδραυλική προώθηση σωλήνα (Pipe Jacking) – Κρουστική έμπηξη ανοικτού σωλήνα (Pipe Ramming)**

Ο Ανάδοχος οφείλει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή τα ακόλουθα στοιχεία:

- (1) Περιγραφή μεθόδου εκσκαφής, μεταφοράς και τρόπου διάθεσης των προϊόντων εκσκαφής και λοιπών υλικών που προκύπτουν κατά την κατασκευή.
- (2) Μέγιστη εκτιμώμενη δύναμη ώθησης / κρούσης με σχετικούς υπολογισμούς. Ισχύς και αριθμός υδραυλικών εμβόλων / ισχύς σφύρας.
- (3) Λεπτομέρειες δακτυλίου μεταφοράς των δυνάμεων προώθησης στον σωλήνα / λεπτομέρειες τεμαχίου σύνδεσης / προσαρμογής της σφύρας στον σωλήνα.
- (4) Περιγραφή μεθόδου αντιμετώπισης υπογείων υδάτων.
- (5) Περιγραφή εξοπλισμού ελέγχου ευθυγράμμισης και κλίσης.
- (6) Περιγραφή εξοπλισμού λίπανσης και εισπίεσης ρευστοκονιάματος πλήρωσης κενών (με σχετικό σχέδιο).
- (7) Σχέδιο αντιμετώπισης απροόπτων καταστάσεων όπως:

- Βλάβη της σωλήνωσης και επισκευή της.
- Αποκλίσεις οριζοντιογραφικής και υψομετρικής τοποθέτησης πέραν των επιτρεπόμενων ορίων.
- Αυξημένες μετακινήσεις της επιφάνειας του εδάφους.

#### 4.3.3 Κατευθυνόμενη διάτρηση (Directional Drilling ή Guided Boring)

Ο Ανάδοχος οφείλει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή τα ακόλουθα στοιχεία:

- (1) Ενημερωτικό υλικό από τον οίκο κατασκευής του προτεινόμενου εξοπλισμού με λεπτομερή περιγραφή του.
- (2) Περιγραφή παρόμοιων έργων στα οποία χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς το σύστημα αυτό (μήκος, διάμετρος, υλικό σωλήνα κ.λπ.), καθώς και στοιχεία επικοινωνίας με εκπροσώπους των συγκεκριμένων έργων.
- (3) Περιγραφή της μεθόδου χρήσης υγρού διάτρησης και διαχωρισμού - απόθεσης των προϊόντων εκσκαφής.
- (4) Μέγιστη εκτιμώμενη ελκτική δύναμη ή δύναμη προώθησης (με σχετικούς υπολογισμούς).
- (5) Διαστασιολόγηση σωλήνων λαμβάνοντας υπόψη και τις δυνάμεις λόγω καμπυλότητας και προώθησης που αναπτύσσονται κατά την κατασκευή.
- (6) Έλεγχος ευθυγράμμισης και κλίσης.
- (7) Σχεδιασμός αντιμετώπισης απρόοπτων καταστάσεων όπως:
  - Αδυναμία ολοκλήρωσης της πιλοτικής οπής
  - Υπερβολική απώλεια διατρητικού υγρού, υδραυλική θραύση
  - Αδυναμία έλξης του σωλήνα.

#### 4.3.4 Τεχνική μικροσηράγγων (Microtunneling) - Διάνοιξη με κοχλία (Auger Boring)

Επισημαίνονται οι εξής απαιτήσεις για την εφαρμογή της τεχνικής μικροσηράγγων:

Για κάθε χρησιμοποιημένο τύπο σωλήνων πρέπει να υποβάλλεται έκθεση του Αναδόχου στην οποία να αναλύεται η μέθοδος που προτείνεται για την απορρόφηση των κραδασμών και την κατανομή των δυνάμεων προώθησης στα τοιχώματα του σωλήνα.

Τα προϊόντα εκσκαφής πρέπει να απομακρύνονται από το όρυγμα και πρέπει να μεταφέρονται προς απόρριψη. Δεν επιτρέπεται η δημιουργία σωρών προϊόντων εκσκαφής στην περιοχή των φρεάτων προσπέλασης.

Σωλήνες που εμφανίζουν σημάδια αστοχίας ή δεν έχουν τοποθετηθεί σωστά μπορεί να απαιτηθεί να προωθηθούν μέχρι το φρέαρ εξόδου και να απομακρυνθούν. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες μέθοδοι επισκευής αγωγών που έχουν υποστεί βλάβες, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή των σωλήνων, μετά από έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

Οι οριζόντιες και κατακόρυφες αποκλίσεις του άξονα του σωλήνα ως προς τις θεωρητικές γραμμές, αν δεν καθορίζονται διαφορετικά στη Μελέτη, δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 25 mm ανά 3,00 m μήκους. Για τα δίκτυα βαρύτητας πρέπει να εξασφαλίζεται ότι οι αποκλίσεις πρέπει να είναι περιορισμένες και μόνο προς τη μία κατεύθυνση, ενώ η τελική κλίση της γραμμής ροής πρέπει να είναι σε κάθε περίπτωση προς την προβλεπόμενη κατεύθυνση.

Ο σωλήνας επένδυσης ή ο σωλήνας δικτύου πρέπει να καθαρίζεται αμέσως μετά την ολοκλήρωση της τοποθέτησής του.

Η εξισορρόπηση των πιέσεων των υπογείων υδάτων μπορεί να επιτυγχάνεται με χρήση πολφού (drilling fluid) υπό πίεση ή με σύστημα αντιστάθμισης της πίεσης με υλικά εκσκαφής με χρήση κοχλία.

Το σύστημα μεταφοράς με πολφό πρέπει να έχει τη δυνατότητα μέτρησης των πιέσεων του εδάφους και των υδροστατικών πιέσεων καθώς και δυνατότητες ρυθμίσεων για την εξισορρόπηση των πιέσεων αυτών, ώστε να μην υπάρχουν απώλειες πολφού ή μη ελεγχόμενη είσοδος εδαφικού υλικού και υπόγειου νερού. Η πίεση του πολφού στο μέτωπο εκσκαφής πρέπει να ρυθμίζεται μέσω αντλιών πολφού μεταβαλλόμενης ταχύτητας. Για να είναι δυνατή η αλλαγή διεύθυνσης και η απομόνωση της ροής, πρέπει να περιλαμβάνεται και σύστημα παράκαμψης του πολφού.

Το σύστημα μεταφοράς με πολφό πρέπει να διαθέτει επίσης σύστημα διαχωρισμού υλικών εκσκαφής και πολφού, κατάλληλης απόδοσης για το συγκεκριμένο υπόγειο όρυγμα, τον τύπο των εδαφών και τον διαθέσιμο εργοταξιακό χώρο, καθώς και διάταξη επανακυκλοφορίας του πολφού.

Η σύνθεση του πολφού πρέπει να παρακολουθείται για τη διατήρηση της πυκνότητας και του ιξώδους εντός των προβλεπόμενων στη Μελέτη ορίων.

Ο Ανάδοχος οφείλει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή τα ακόλουθα στοιχεία:

- (1) Ενημερωτικό υλικό από τον οίκο κατασκευής του προτεινόμενου εξοπλισμού με λεπτομερή περιγραφή του.
- (2) Περιγραφή παρόμοιων έργων στα οποία χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς το σύστημα αυτό (μήκος, διάμετρος, υλικό σωλήνα κ.λπ.) καθώς και στοιχεία αναζήτησης/ επικοινωνίας με εκπροσώπους των συγκεκριμένων έργων.
- (3) Τρόπος αντιμετώπισης υπογείων υδάτων.
- (4) Περιγραφή του συστήματος ελέγχου ευθυγράμμισης και κλίσης, των τοπογραφικών μεθόδων καθορισμού των σημείων αναφοράς και των διαδικασιών ελέγχου του συστήματος κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών.
- (5) Μέγιστη εκτιμώμενη δύναμη προώθησης και σχετικούς υπολογισμούς τεκμηρίωσης.
- (6) Ικανότητα, αριθμός και διάταξη των κύριων υδραυλικών εμβόλων και λεπτομέρειες του δακτυλίου προώθησης, ελέγχου εμβόλων και μετρητών πίεσης.
- (7) Μέγεθος κοπτικής κεφαλής σε συνδυασμό με την προβλεπόμενη υπερεκσκαφή
- (8) Σχέδιο εισπίεσης κονιάματος πλήρωσης κενών (όπου απαιτηθεί).
- (9) Σχέδιο αντιμετώπισης απρόοπτων καταστάσεων όπως:
  - Βλάβη της σωλήνωσης και επισκευή της.
  - Απόκλιση και επαναφορά στην ευθυγράμμιση και κλίση.
  - Απώλεια εδαφικού υλικού.

## 5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

### 5.1 Γενικά

Οι εργασίες πρέπει να εκτελεστούν με κατάλληλο εξοπλισμό επιλογής του Αναδόχου ο οποίος εγκρίνεται από την Αρμόδια Αρχή.

Στο αντικείμενο εργασιών περιλαμβάνεται ο έλεγχος της κυκλοφορίας, η εκσκαφή φρεάτων εκκίνησης και εξόδου, ο έλεγχος των υδάτων, η τοποθέτηση του σωλήνα προστασίας, η πλήρωση των κενών μεταξύ εδάφους και σωλήνα (όπου απαιτηθεί), η σύνδεση και τοποθέτηση του σωλήνα του δικτύου ή της καλωδίωσης, η επανεπίχωση του απομένοντος όγκου εκσκαφής των φρεάτων, η απομάκρυνση των προϊόντων εκσκαφής και λοιπών υλικών που προκύπτουν κατά την εκτέλεση των εργασιών, η διάθεσή τους στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης ή οριστικής απόρριψης όπως αυτοί προβλέπονται στη Μελέτη και η αποκατάσταση της περιοχής των φρεάτων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών και των σχετικών ελέγχων.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών διάτρησης πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την αποφυγή καθιζήσεων της επιφάνειας του εδάφους.

Πριν από την έναρξη των εργασιών πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα προστασίας υπαρχουσών κατασκευών κοντά στο υπό κατασκευή δίκτυο καθώς και διατήρησης τυχόν υπαρχόντων δικτύων Ο.Κ.Ω. Σε περίπτωση που η διατήρηση υπαρχόντων δικτύων Ο.Κ.Ω. είναι ανέφικτη το θέμα πρέπει να αντιμετωπίζεται σε συνεργασία με τον αρμόδιο Οργανισμό (λήψη αποφάσεων για κατάργηση / αχρήστευση ή ανακατασκευή).

Τα άκρα του σωλήνα και οι ενδιάμεσοι σύνδεσμοι πρέπει να προστατεύονται από φθορές σύμφωνα με της προδιαγραφές του εργοστασίου κατασκευής των σωλήνων.

Κατά τα λοιπά ισχύουν τα προβλεπόμενα στην Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΤης ΤΠ 1501-08-01-04-01.

## 5.2 Φρέατα εκκίνησης και εξόδου

Η θέση των φρεάτων πρέπει να καθορίζεται στη Μελέτη εφαρμογής.

Τα υλικά εκσκαφής πρέπει να απομακρύνονται από την περιοχή του έργου και να μεταφέροται προς οριστική απόθεση.

Τα φρέατα εκκίνησης πρέπει να έχουν επαρκείς διαστάσεις για τον εξοπλισμό διηρησίας, τις καθοδηγητικές τροχιές, το τεμάχιο του σωλήνα διείσδυσης, το σύστημα μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής και ανάλογο χώρο για την ασφατησεκτέλεση της εργασίας.

Οι διαστάσεις του φρέατος εκκίνησης πρέπει να καθορίζονται με βάση το εφαρμοζόμενο σύστημα και το μήκος των τμημάτων των σωλήνων επένδυσης του ορύγματος (ή των σωλήνων του δικτύου) που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Τα φρέατα γενικά μπορεί να είναι είτε επενδυμένα είτε ανεπένδυτα και με ή χωρίς αντιστήριξη. Για μήκη αγωγών άνω των 30 m και διάμετρο αγωγού μεγαλύτερη από 1000 mm τα φρέατα συνιστάται να είναι επενδυμένα. της ο πυθμένας της τάφρου προσέγγισης είναι ασταθής ή υπερβολικά υγρός, πρέπει να κατασκευάζεται πλάκα από σκυρόδεμα.

Για την υδραυλική διείσδυση του σωλήνα (επένδυσης ή δικτύου) απαιτείται η κατασκευή στοιχείου έδρασης στο φρέαρ εκκίνησης, ικανού να παραλαμβάνει τη μέγιστη αναπτυσσόμενη δύναμη των υδραυλικών εμψυξών, κάθετου ως προς την κατεύθυνση των εμβόλων και επαρκώς αγκυρωμένου στο έδαφος.

Για την αποφυγή εισροής υδάτων εντός των φρεάτων εκκίνησης απαιτείται η λήψη προστατευτικών μέτρων στα σημεία εισόδου και εξόδου του εξοπλισμού στα φρέατα.

Κατά τα λοιπά ισχύουν τα προβλεπόμενα της Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-01.

## 5.3 Διαδικασία διάτρησης

### 5.3.1 Υδραυλική προώθηση σωλήνα, κρουστική έμπηξη ανοικτού σωλήνα

Τα συστήματα υδραυλικής προώθησης σωλήνα και κρουστικής έμπηξης σωλήνα με ταυτόχρονη ή περιοδική αφαίρεση εδάφους, ενδείκνυνται γενικά για την εγκατάσταση δικτύων μεγάλης διαμέτρου.

#### α. Υδραυλική προώθηση σωλήνα (Pipe Jacking)

Το μήκος των τμημάτων του προωθούμενου με υδραυλικά έμβοιησωλήνα εξαρτάται από τις διαστάσεις των υδραυλικών κυλίνδρων. Ότρησολοκληρωθεί ή επέκτασή τους (ωφέλιμο μήκος) οι υδραυλικοί κύλινδροι ανασύρτησι, επιστρέφουν στην αρχική τους θέση και συνδέεται το επόμενο τμήμα του σωλήνα στο ήδη εγκατεστημένο. Η Μελέτη, ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο τύπο σωλήνων, πρέπει να καθορίζει το ελάχιστο μήκος σωλήνα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, και ιδιαίτερα όταν ο προστατευτικός σωλήνας αποτελεί συγχρόνωςτην αγωγό του δικτύου.

Η εφαρμογή της υδραυλικής προώθησης πρέπει να γίνεται μέσω μεταλλικού δακτυλίου (κεφαλή προώθησης), ούτως ώστε η εφαρμοζόμενη πίεση να κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλη τη διατομή του σωλήνα. Η κεφαλή του συστήματος προώθησης πρέπει να έχει διαστάσεις τέτοιες, ώστε να μην λυγίζει ή αποκλίνει κατά την εφαρμογή της μέγιστης δύναμης προώθησης, και να διαθέτει άνοιγμα για τη μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής.

Για την ομοιόμορφη μεταβίβαση των πιέσεων σε όλη τη διατομή του άκρου διείσδυσης του σωλήνα μπορεί να προσαρμόζεται στην περίμετρό του ειδικά διαμορφωμένο εξάρτημα κοπής.

Κατά την προώθηση του σωλήνα και την εκσκαφή δια χειρός απαιτείται η τοποθέτηση μεταλλικής ασπίδας μπροστά από το μέτωπο του σωλήνα, σε τόξο κατ' ελάχιστο ίσο με το 1/3 της περιφέρειας του σωλήνα μήκους κατ' ελάχιστον 0,60 m. Η τοποθέτηση της ασπίδας αποσκοπεί στη δημιουργία ασφαλούς

περιβάλλοντος για τους εργαζόμενους και στην ευστάθεια του ορύγματος μέχρι τη διείσδυση του σωλήνα. Η σύνδεση της ασπίδας με το σωλήνα πρέπει να είναι αρθρωτή ώστε να παρέχεται δυνατότητα μικρο-ρυθμίσεων της κατεύθυνσης. Η προώθηση του μετώπου εξαρτάται από τη φύση του εδάφους, δεν επιτρέπεται όμως να υπερβαίνει το μήκος της ασπίδας.

Η εκσκαφή κατά την κάτω παρειά του σωλήνα και κατ' ελάχιστο στο 1/3 της περιφέρειάς του πρέπει να ακολουθεί το περίγραμμα και την κλίση του σωλήνα. Η εκσκαφή κατά το άνω ήμισυ της περιμέτρου του σωλήνα πρέπει να γίνεται κατά τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιείται η υπερεκσκαφή.

Ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης (Intermediate Jacking Stations) πρέπει να προβλέπονται όταν το σύνολο της δύναμης προώθησης που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εργασία υπερβαίνει τις επιτρεπόμενες για τον σωλήνα τιμές ή το 80% της ικανότητας του συστήματος προώθησης.

Κατά τη διείσδυση του σωλήνα πρέπει να αποφεύγονται οι διακοπές προώθησης ή αν αυτό είναι ανέφικτο πρέπει να είναι μικρής διάρκειας (απαγορεύεται η παρατεταμένη ακινητοποίηση του σωλήνα).

Ιδιαίτερα κατά την υδραυλική προώθηση τσιμεντοσωλήνα η διείσδυση πρέπει να ολοκληρώνεται χωρίς διακοπή των εργασιών.

### **β. Κρουστική έμπηξη ανοικτού σωλήνα (Pipe Ramming)**

Η σύνδεση της σφύρας με τον σωλήνα μπορεί να γίνει είτε απ' ευθείας είτε μέσω κωνικής διάταξης προσαρμογής ανάλογα με το μέγεθος της σφύρας. Σε κάθε περίπτωση το φορτίο πρέπει να κατανέμεται σε όλη τη διατομή του σωλήνα είτε με χρήση μεταλλικής πλάκας είτε ειδικής διάταξης προσαρμογής.

Ανάλογα με το μέγεθος του σωλήνα και τις συνθήκες του εδάφους, το άκρο διείσδυσης του σωλήνα μπορεί να φέρει και κοπτικό δακτύλιο εφαρμοσμένο εξωτερικά ούτως ώστε να δημιουργείται μικρή υπερεκσκαφή που να οδηγεί στη μείωση της συνολικής τριβής σωλήνα - εδάφους.

Ο εξοπλισμός έμπηξης και ο σωλήνας τοποθετούνται στο φρέαρ εκκίνησης στην προβλεπόμενη στάθμη και κλίση. Όταν η διείσδυση σχεδιάζεται να ξεκινήσει από πλευρά πρανούς, η δυναμική έμπηξη σωλήνα μπορεί να γίνει και χωρίς τη διαμόρφωση φρέατος εκκίνησης.

Ο εξοπλισμός και ο σωλήνας επένδυσης πρέπει να προσαρμόζονται στους οδηγούς προώθησης (σιδηροτροχιές ή ειδικό για το σκοπό αυτό εξάρτημα), οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους για την εξασφάλιση επαρκούς στήριξης του εμπηγνυόμενου τεμαχίου του σωλήνα.



**Εικόνα 1 : Τυπική διάταξη κρουστικής έμπηξης ανοικτού σωλήνα**

Η διείσδυση πρέπει να αρχίζει με αργό ρυθμό για τον έλεγχο της πορείας και στη συνέχεια μπορεί να επιταχύνεται προοδευτικά.

Κατά τη διείδυση του σωλήνα πρέπει να αποφεύγονται οι διακοπές προώθησης ή αν αυτό είναι ανέφικτο να είναι μικρής διάρκειας (απαγορεύεται η παρατεταμένη ακινητοποίηση του σωλήνα).

Ο Ανάδοχος μπορεί να εφαρμόζει σύστημα λίπανσης των σωλήνων όταν οι προβλεπόμενες για τη διείδυση του σωλήνα δυνάμεις αναμένεται να υπερβούν την ικανότητα του συστήματος ή την επιτρεπόμενη φόρτιση του σωλήνα. Οι σωλήνες παροχής του λιπαντικού πρέπει να τοποθετούνται στον προστατευτικό σωλήνα πριν από την έναρξη των εργασιών έμπηξης - προώθησης. Η ικανότητα του συστήματος λίπανσης πρέπει να εκτιμάται συναρτήσει της διαμέτρου διάνοιξης, της ταχύτητας διείδυσης, του υλικού του σωλήνα και των συνθηκών του εδάφους. Για τη λίπανση μπορεί να γίνει χρήση νερού με πρόσμικτα αργιλικής βάσης ή πολυμερή (π.χ. μπεντονίτη).

Η διάτρηση πιλοτικής οπής για την ευθυγράμμιση του σωλήνα πριν από την τοποθέτησή του δεν αποτελεί προαπαιτούμενο, αλλά μπορεί να είναι απαραίτητη για την τήρηση της κλίσης. Η διάτρηση πιλοτικής οπής θεωρείται ότι εντάσσεται στις προκαταρκτικές εργασίες της διάνοιξης του ορύγματος.

Η αποκομιδή των προϊόντων εκσκαφής μπορεί να γίνεται είτε με μεταφορικό κοχλία είτε με εισπίεση νερού. Σε περίπτωση χρήσης νερού πρέπει να γίνεται διαχωρισμός του μεταφερόμενου μίγματος νερού προϊόντων - εκσκαφής σε δεξαμενές καθίζησης.

Ο σωλήνας γενικά πρέπει να προωθείται με ρυθμό ανάλογο της προχώρησης της διάνοιξης. Δεν επιτρέπεται διάνοιξη χωρίς παράλληλη προώθηση του σωλήνα.

Η διάνοιξη του ορύγματος πρέπει να εκτελείται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η απόκλιση από την προδιαγεγραμμένη πορεία και η πρόκληση βλαβών στα παρακείμενα δίκτυα. Κατά τη χρήση κρουστικού εξοπλισμού πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι προκαλούμενες δονήσεις στο έδαφος δεν προκαλούν ζημιές στα παρακείμενα δίκτυα.

Οι οριζοντιογραφικές και μηκοτομικές αποκλίσεις της χάραξης του σωλήνα ως προς τη θεωρητική δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 25 mm ανά 3,00 m μήκους, και υπό την προϋπόθεση ότι είναι μόνο προς μία κατεύθυνση και ότι εξασφαλίζεται η προβλεπόμενη φορά της κλίσης του δικτύου.

Η εργασία πρέπει να εκτελείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην δημιουργούνται καθιζήσεις στην επιφάνεια.

Όταν το σύνολο της προβλεπόμενης δύναμης διείδυσης που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εργασία υπερβαίνει τη μέγιστη αντοχή σχεδιασμού του σωλήνα ή το 80% της ικανότητας του εξοπλισμού, πρέπει να διαμορφώνονται ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης.

### 5.3.2 Κατευθυνόμενη διάτρηση (Directional Drilling ή Guided Boring)

Ο εξοπλισμός για τη διάτρηση της πιλοτικής οπής, τη διεύρυνσή της και την τοποθέτηση του αγωγού του δικτύου πρέπει να έχει το κατάλληλο μέγεθος και να είναι συμβατός με τις εδαφικές συνθήκες. Ο εξοπλισμός πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς διάνοιξης της πιλοτικής οπής στην προβλεπόμενη χάραξη, παρακολούθησης και ελέγχου της παροχής και πίεσης του διατρητικού υγρού καθώς και μέτρησης των ασκούμενων στον αγωγό δυνάμεων.

Ο εξοπλισμός πρέπει να έχει την ικανότητα αλλαγής πορείας με χρήση μηχανικών και/ή υδραυλικών μέσων και να συνοδεύεται από διάταξη διαχωρισμού του διατρητικού υγρού και των διατρημάτων και ανακυκλοφορίας του διατρητικού υγρού.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών απαιτείται η συνεχής παρακολούθηση της πορείας του διατρητικού, των πιέσεων και των ελκτικών δυνάμεων που ασκούνται στον σωλήνα.

Όταν η διάτρηση γίνεται με τη βοήθεια διατρητικού υγρού πρέπει να ελέγχεται η εισπίεσή του και πρέπει να εφαρμόζεται η ελάχιστη δυνατή πίεση και παροχή.

Όταν η εγκατάσταση του σωλήνα γίνεται με έλξη συγχρόνως με τη διεύρυνση της οπής, δεν επιτρέπεται η υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής του σωλήνα, η δε σύνδεση του αγωγού με τον εξοπλισμό διεύρυνσης πρέπει να ελαχιστοποιεί την ανάπτυξη δυνάμεων στρέψης στο σωλήνα.

Η εγκατάσταση του αγωγού πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγονται βλάβες ή φθορές του.



Σε εγκατάσταση δικτύου παρουσία υπογείου νερού πρέπει να παρακολουθείται συνεχώς η τυχόν απώλεια διατρητικού υγρού (drill fluid).

Οι εργασίες διάτρησης πρέπει να διακόπτονται σε περίπτωση πρόκλησης βλάβης σε αγωγό ή ρηγμάτωσης της επιφάνειας του εδάφους.

### 5.3.3 Διάνοιξη με κοχλία (Auger Boring)

Ο εξοπλισμός πρέπει να έχει ισχύ στρέψης και ώθησης επαρκή για το μέγεθός του προς εγκατάσταση σωλήνα, σε συνδυασμό και με τις αναμενόμενες εδαφικές και γεωτεχνικές συνθήκες. Για την προχώρηση της κοπτικής κεφαλής και του σωλήνα πρέπει να χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα υδραυλικά έμβολα.

Η διάμετρος του σωλήνα επένδυσης πρέπει να επιλέγεται σε συνδυασμό με τη διάμετρο της κοπτικής κεφαλής, έτσι ώστε το δημιουργούμενο κενό μεταξύ σωλήνα και ορύγματος να μην υπερβαίνει τα 25 mm.

Ο κοχλίας πρέπει να έχει ικανότητα μεταβίβασης της απαιτούμενης ροπής στρέψης και ώθησης στην κοπτική κεφαλή και μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής πίσω στο φρέαρ εκκίνησης. Για την εκτέλεση των εργασιών παρουσία υπογείων υδάτων, ο εξοπλισμός πρέπει να έχει τη δυνατότητα ρυθμίσεων ώστε να επιτυγχάνεται η σταθερότητα του μετώπου και η πρόληψη μη ελεγχόμενης εισροής υδάτων ή απώλειας εδαφικού υλικού.

Η κοπτική κεφαλή πρέπει να επιλέγεται με βάση τις αναμενόμενες συνθήκες εδάφους, να έχει την ικανότητα στήριξης όλου του μετώπου εκσκαφής και να φέρει θραυστήρα για να απομακρύνει από το μέτωπο κροκάλες και λίθους. Η κοπτική κεφαλή πρέπει να έχει τη δυνατότητα ρυθμίσεων πορείας ώστε να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ευθυγράμμισης και κλίσης του τοποθετούμενου αγωγού.

Όλες οι λειτουργίες του εξοπλισμού πρέπει να παρακολουθούνται και να ελέγχονται από κεντρικό σημείο είτε από το φρέαρ μέσω του άξονα του κοχλίας είτε με τηλεχειρισμό από την επιφάνεια. Ο εξοπλισμός ελέγχου πρέπει να συντονίζει την εκσκαφή, την απομάκρυνση των προϊόντων εκσκαφής και την προώθηση του σωλήνα.

Το μηχάνημα πρέπει να διαθέτει σύστημα συνεχούς παρακολούθησης της δύναμης ώθησης και της ροπής του κοχλίας, της δύναμης προώθησης του σωλήνα και του ρυθμού προχώρησης και καταγραφής των εν λόγω παραμέτρων. Συνεχής παρακολούθηση πρέπει να γίνεται επίσης στην ευθυγράμμιση και κλίση του σωλήνα. Αν δεν είναι δυνατή η συνεχής αναφορά λόγω σχεδιαστικών περιορισμών του εξοπλισμού, η ευθυγράμμιση και η κλίση πρέπει να επαληθεύονται με άλλα πρόσφορα μέσα ανά 10 ÷ 15 m προχώρησης.

Για τη δημιουργία ενδιάμεσων φρεάτων απαιτείται η έγγραφη έγκριση της Αρμόδιας Αρχής. Η σχετική αίτηση του Αναδόχου πρέπει να συνοδεύεται από όλες τις απαιτούμενες μελέτες, άδειες και εγκρίσεις.

### 5.3.4 Τεχνική μικροσηράγγων (Microtunneling)

Το μηχάνημα διάνοιξης μικροσηράγγων (MTBM) πρέπει να έχει τη δυνατότητα ελέγχου κατεύθυνσης στην κοπτική κεφαλή η οποία, για τον λόγο αυτό, πρέπει να είναι αρθρωτή.

Ο εξοπλισμός πρέπει να έχει την ικανότητα συνεχούς υποστήριξης του μετώπου, χωρίς να απαιτούνται μέτρα σταθεροποίησης του εδάφους και τη δυνατότητα μέτρησης των εδαφικών πιέσεων του μετώπου. Επίσης πρέπει να έχει τη δυνατότητα μετρήσεων και παρακολούθησης της σχέσης προϊόντων εκσκαφής και προχώρησης της διάνοιξης. Το MTBM πρέπει να ελέγχει τις υδροστατικές πιέσεις κατά τη διάνοιξη, χωρίς τη χρήση εξωτερικού εξοπλισμού απομάκρυνσής τους.

Στον πίνακα ελέγχου πορείας πρέπει να είναι διαθέσιμη στον χειριστή η ακριβής θέση της κεφαλής σε σχέση με τις προβλέψεις σχεδιασμού, μαζί με πληροφορίες όπως πίεση μετώπου, κλίση, αποκλίσεις κατεύθυνσης κ.λπ.

Το μηχάνημα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με κατάλληλο θραυστήρα ώστε να απομακρύνει από το μέτωπο κροκάλες και ογκόλιθους.

Το υδραυλικό σύστημα προώθησης σωλήνων (υδραυλικά έμβολα) πρέπει να έχει ισχύ μεγαλύτερη από το προβλεπόμενο φορτίο προώθησης. Ο ρυθμός επέκτασης του υδραυλικού κυλίνδρου πρέπει να συγχρονίζεται με τον ρυθμό εκσκαφής του MTBM, ο οποίος εξαρτάται από τις συνθήκες εδάφους.

Τα κύρια υδραυλικά έμβολα πρέπει να συνδέονται με πλαίσιο προώθησης που τοποθετείται στο φρέαρ εκκίνησης. Η ικανότητα προώθησης του συστήματος πρέπει να είναι επαρκής για να ωθήσει το MTBM και τους σωλήνες διά μέσου του εδάφους.

Ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης (Intermediate Jacking Station) πρέπει να διαμορφώνονται όταν το σύνολο της εκτιμώμενης δύναμης προώθησης που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εργασία υπερβαίνει τη μέγιστη δύναμη προώθησης σχεδιασμού του σωλήνα ή το 80% της ικανότητας των κύριων προωθητών.

Για την ομοιόμορφη κατανομή των δυνάμεων προώθησης στον σωλήνα πρέπει να χρησιμοποιείται δακτύλιος μετάδοσης φορτίου και προστασίας (“κεφαλή προώθησης”).

Το αυτόματο σύστημα μεταφοράς προϊόντων εκσκαφής πρέπει να εναρμονίζει τον ρυθμό διάνοιξης (εκσκαφής) με τον ρυθμό μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής διατηρώντας καθιζήσεις και διογκώσεις στα καθοριζόμενα στη Μελέτη όρια.

Σε εδάφη αυξημένης υδροφορίας η χρήση συστήματος εξισορρόπησης με υλικά εκσκαφής (σύστημα με κοχλία) προϋποθέτει ότι ο εξοπλισμός πρέπει να διαθέτει χαρακτηριστικά που εξασφαλίζουν την αντιστάθμιση των πιέσεων νερού και εδάφους στο μέτωπο και τη σταθερότητα των εδαφών. Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή προς έγκριση σχετική περιγραφή – τεκμηρίωση του συστήματος.

Ο εξοπλισμός πρέπει να είναι εφοδιασμένος με σύστημα τηλεχειρισμού που επιτρέπει τους χειρισμούς, χωρίς να απαιτείται η είσοδος του προσωπικού στη μικροσήραγγα.

Η είσοδος προσωπικού εντός του σωλήνα επιτρέπεται μόνο για συντήρηση (κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών) και για την απομάκρυνση του εξοπλισμού (μετά την ολοκλήρωση της εργασίας τοποθέτησης του σωλήνα), υπό την προϋπόθεση ότι η διατομή είναι τουλάχιστον Φ800 mm.

Κατά τη φάση προώθησης των τμημάτων του σωλήνα το σύστημα ελέγχου πρέπει να συγχρονίζει τις ταχύτητες εκσκαφής και προώθησης και να εξασφαλίζει επαρκή υποστήριξη του εδάφους.

Στον πίνακα ελέγχου λειτουργίας πρέπει να απεικονίζονται κατ' ελάχιστον στοιχεία για την κίνηση, κλίση, ρυθμό προχώρησης, εγκατεστημένο μήκος, δύναμη ώθησης και ροπή στρέψης της κοπτικής κεφαλής (έλεγχος ενεργού κατεύθυνσης).

Τυχόν αποκλίσεις πορείας σε σχέση με τη θεωρητική κλίση πρέπει να ελέγχονται συνεχώς από το σύστημα καθοδήγησης (π.χ. μέσω ακτίνας Laser που εκπέμπεται από το φρέαρ προώθησης υπό τη θεωρητική γωνία και κλίση και σκοπεύει προς στόχο αναρτημένο στην ασπίδα).

Όταν οι αναμενόμενες δυνάμεις προώθησης υπερβαίνουν την ικανότητα του συστήματος των κύριων προωθητών ή τη φέρουσα ικανότητα του σωλήνα (με τον απαιτούμενο συντελεστή ασφάλειας) πρέπει να προβλέπεται σύστημα λίπανσης των σωλήνων.

Το λιπαντικό πρέπει να εισάγεται με πίεση μέσω βαλβίδων διατεταγμένων στην περιφέρεια του σωλήνα. Ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και τις εδαφικές συνθήκες το λιπαντικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως μέσον υποστήριξης του ορύγματος (π.χ. περιπτώσεις εφαρμογής μπεντονίτη).

Η ελάχιστη επικάλυψη του σωλήνα που τοποθετείται με την τεχνική μικροσηράγγων πρέπει να είναι 1,80 m ή  $1,5 \times D_{εξ}$  σωλήνα (όποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο). Το ελάχιστο βάθος του αγωγού μπορεί να μειωθεί εφ' όσον ληφθούν ειδικές προφυλάξεις και μετά από έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

Η εργασία κατασκευής της μικροσήραγγας πρέπει να οργανωθεί και να εκτελεστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι καθιζήσεις. Η υπερεκσκαφή γενικώς δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,5 cm στην ακτίνα του υπό τοποθέτηση σωλήνα. Ο δακτύλιος που δημιουργείται με την υπερεκσκαφή μπορεί να πληρωθεί είτε με το λιπαντικό υλικό που χρησιμοποιείται για να μειώσει την αντίσταση τριβής του εδάφους, είτε με τσιμεντένεμα μετά την ολοκλήρωση των εργασιών προώθησης.

Σε ασταθείς σχηματισμούς εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί διάλυμα μπεντονίτη ή νερού που περιέχει κολλοειδή υλικά (slurry), για σταθεροποίηση της εκσκαφής και λίπανση.

Η προώθηση του σωλήνα πρέπει να ακολουθεί το ρυθμό εκσκαφής και μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής. Χρήση νερού ή άλλων υγρών κατά τη διάτρηση επιτρέπεται μόνον για τη λίπανση (σε περιορισμένες, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, ποσότητες).

#### 5.4 Τοποθέτηση σωλήνων δικτύου

Σε περίπτωση κατασκευής του αγωγού του δικτύου σε δύο φάσεις και παραμονής του σωλήνα επένδυσης και μετά την ολοκλήρωση της διάνοιξης, ο αγωγός του δικτύου πρέπει να εξέχει από τα άκρα του υπογείου ορύγματος ή του σωλήνα επένδυσης, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη ώστε να είναι εφικτή η σύνδεσή του με το υπόλοιπο δίκτυο.

Πριν από την τοποθέτηση των σωλήνων του δικτύου εντός του σωλήνα επένδυσης πρέπει να γίνονται οι συνδέσεις και οι απαιτούμενοι έλεγχοι στο φρεάτιο προσπέλασης σύμφωνα με τις οδηγίες των παραγωγών των σωλήνων και τα καθοριζόμενα στη Μελέτη του Έργου.

Ο αγωγός του δικτύου πρέπει να στερεώνεται μέσα στον σωλήνα επένδυσης έτσι ώστε να αποκλειστεί το ενδεχόμενο επίπλευσής του λόγω εισροής νερού στο διάκενο. Για τον σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθούν δοκοί από σκληρό ξύλο, στηρίζουσες τον σωλήνα του δικτύου σε όλο του το μήκος.

Οι δοκοί πρέπει να στερεώνονται στον σωλήνα με μεταλλικούς ιμάντες, ώστε να επιτυγχάνεται η τοποθέτησή του στην προδιαγραφόμενη στάθμη και κατεύθυνση.

Αντί των ξυλοδοκών στήριξης μπορεί να χρησιμοποιηθούν αποστάτες από κατάλληλο υλικό, οι οποίοι πρέπει να εφαρμόζονται σύμφωνα με τις οδηγίες του εργοστασίου κατασκευής, κατά αποστάσεις ανάλογες της διαμέτρου και του υλικού κατασκευής του σωλήνα. Τα εξαρτήματα αυτά και ο τρόπος χρησιμοποίησής τους πρέπει να τυγχάνουν της έγκρισης της Αρμόδιας Αρχής.

Μετά την οριστική τοποθέτηση του αγωγού μέσα στον σωλήνα επένδυσης, το υπάρχον δακτυλιοειδές κενό, αν δεν προβλέπεται διαφορετικά, πρέπει να πληρούται με άμμο ή ισχνό σκυρόδεμα, έτσι ώστε να μην διαταράσσεται η κατεύθυνση και η κλίση του εσωτερικού σωλήνα.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον τρόπο τοποθέτησης των σωλήνων του δικτύου μέσα στον σωλήνα επένδυσης, για να μην προκαλούνται φθορές και να επιτυγχάνεται η σωστή και στεγανή σύνδεσή τους, σε κάθε δε περίπτωση πρέπει να τηρούνται οι οδηγίες του εργοστασίου παραγωγής.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών τοποθέτησης του αγωγού μεταφοράς, πλήρωσης του κενού μεταξύ των σωλήνων και ολοκλήρωσης των σχετικών ελέγχων ο αγωγός επένδυσης πρέπει να σφραγίζεται κατάλληλα. Στο κατώτερο άκρο του πώματος σφράγισης πρέπει να προβλέπονται κατάλληλες οπές αποστράγγισης.

### 6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας

Για να γίνει αποδεκτή η εργασία της διάτρησης πρέπει να γίνουν οι παρακάτω έλεγχοι:

- (1) Έλεγχος δελτίων αποστολής των ενσωματωμένων υλικών.
- (2) Έλεγχος των επισημάνσεων και των συνοδευτικών εγγράφων των ενσωματωμένων υλικών (σωληνώσεων πάσης φύσεως) που προβλέπονται από την ισχύουσα νομοθεσία.
- (3) Έλεγχος τεχνικού φακέλου με εκθέσεις δοκιμών ειδικά για τους ενσωματούμενους σωλήνες που δεν εμπνύπουν στις διατάξεις του καν. (ΕΕ) 305/2011.
- (4) Έλεγχος γεωμετρικής ακριβείας κατασκευής, σύμφωνα με τα σχέδια της εγκεκριμένης Μελέτης και τις προβλέψεις της παρούσας.
- (5) Έλεγχος εγκατάστασης δικτύου και συνδέσεων αυτού σύμφωνα με τη Μελέτη και τα εγκεκριμένα κατασκευαστικά σχέδια.
- (6) Έλεγχος διαχείρισης προϊόντων εκσκαφής.

- (7) Έλεγχος αποκατάστασης περιοχής φρεάτων.

Η διαπίστωση μη συμμόρφωσης των εργασιών με τα ανωτέρω συνεπάγεται υποχρέωση του Αναδόχου να προβεί στα απαραίτητα διορθωτικά μέτρα, σύμφωνα με τις σχετικές οδηγίες / εντολές της Αρμόδιας Αρχής χωρίς ιδιαίτερη αποζημίωση.

## 7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η επιμέτρηση των εργασιών διάνοιξης του υπόγειου ορύγματος και τοποθέτησης των σωληνώσεων επένδυσης με τεχνικές αφαίρεσης εδαφικού υλικού, γίνεται σε μέτρα μήκους πλήρως ολοκληρωμένης εργασίας, ανάλογα με τη διάμετρο της οπής και την κατηγορία του εδάφους.

Η επιμέτρηση των σωληνώσεων του δικτύου ή της καλωδίωσης γίνεται σε μέτρα μήκους πλήρως εγκατεστημένου δικτύου σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη και τα καθοριζόμενα στα Συμβατικά Τεύχη του Έργου.

Οι ως άνω επιμετρούμενες μονάδες εργασιών περιλαμβάνουν:

- (1) Τη διάθεση του απαιτούμενου εξοπλισμού, του εργατοτεχνικού προσωπικού, των υλικών και αναλωσίμων για την εκσκαφή και τις αντιστηρίξεις.
- (2) Το απαιτούμενο εξειδικευμένο προσωπικό για τη διάνοιξη του υπόγειου ορύγματος.
- (3) Την εργασία αποκατάστασης και τα υλικά που πρέπει να απαιτηθεί να αντικατασταθούν σε περίπτωση διαπίστωσης ακαταλληλότητάς τους κατά τον έλεγχο παραλαβής.
- (4) Την πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κ.λπ. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα.
- (5) Τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τη δημιουργία των απαιτούμενων ενδιάμεσων σταθμών πρόωθησης.

Δεν συμπεριλαμβάνονται και επιμετρούνται ιδιαίτερα με βάση τα καθοριζόμενα στα Συμβατικά Τεύχη του Έργου:

- (1) Η κατασκευή των φρεάτων εισόδου και των φρεάτων ανάκτησης του μηχανήματος η επανεπίχυσή τους καθώς και η τελική αποκατάσταση των χώρων επέμβασης.
- (2) Οι σωλήνες επένδυσης και δικτύου από το εκάστοτε προβλεπόμενο υλικό (οπλισμένο σκυρόδεμα, υαλοπλισμένο πολυμερές [GRP], χάλυβας κλπ).
- (3) Οι αντλήσεις στην περίπτωση που το έργο εκτελείται σε στάθμη χαμηλότερη από τον υδροφόρο ορίζοντα.

## 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 Ασφάλειας και Υγείας Εργαζομένων, οι δε εργαζόμενοι να 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) Ολισθήσεις ασταθών πρηνών, είτε κατά τη διαμόρφωσή τους είτε κατά τη φάση κατασκευής των έργων.
- (2) Εισροή υδάτων.
- (3) Εργασία σε συνθήκες περιορισμένου χώρου.
- (4) Τραυματισμός κατά την εργασία πλησίον αγωγών υπό πίεση.
- (5) Μεταφορά δια χειρός ή μηχανικών μέσων αντικειμένων μεγάλου βάρους.
- (6) Χρήση εργαλείων συγκόλλησης καθαρισμού ή βαφής σωλήνων.
- (7) Χρήση εξοπλισμού διάτρησης – διείδυσης σωλήνων.
- (8) Χρήση εργαλείων κοπής σωλήνων.
- (9) Ηλεκτροπληξία, αναθυμιάσεις, έκρηξη σε περίπτωση πρόκλησης βλάβης σε υφιστάμενα εν λειτουργία υπόγεια ή υπέργεια δίκτυα.
- (10) Κατά τη χρήση οποιονδήποτε εργαλείων κατά την εκσκαφή και την εφαρμογή των απαιτούμενων αντιστηρίξεων κ.λπ.

#### A.3 Μέτρα υγείας και ασφάλειας

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

Κατά την εκτέλεση των εργασιών θα λαμβάνονται κατ' ελάχιστον τα εξής μέτρα:

- (1) Στις θέσεις των φρεάτων θα τοποθετείται προσωρινή περίφραξη και σήμανση για τις κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, την επισήμανση των κινδύνων, την επικέντρωση της προσοχής των ατόμων και οχημάτων που διέρχονται πλησίον καθώς και επαρκής φωτεινή σήμανση με αναλάμποντες φανούς.
- (2) Αντιστήριξη των παρειών του ορύγματος σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501- 08-01-03-01 "Εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων".
- (3) Πριν από την έναρξη των εργασιών, εντοπισμός όλων των υπογείων καλωδίων ή άλλων δικτύων διανομής, και σήμανσή τους.
- (4) Κατάλληλος φωτισμός και αερισμός φρεάτων.
- (5) Ανίχνευση επικίνδυνων αερίων.
- (6) Εξοπλισμός άντλησης υδάτων και εφεδρικές αντλίες για χρήση σε περιπτώσεις κινδύνου.

Όταν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες, απαιτείται λήψη προστατευτικών μέτρων κατά περίπτωση, από το προσωπικό εκτέλεσης των εργασιών, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας 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
Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN ISO 20345

#### **A.4 Μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος**

Ενδεικτικά και όχι περιοριστικά επισημαίνονται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- (1) Λήψη μέτρων αντιμετώπισης της διάβρωσης του εδάφους στους χώρους εκτέλεσης της εργασίας.
- (2) Λήψη μέτρων κατακράτησης φερτών υλών και ιλύος από τα νερά που αντλούνται από τους χώρους εκτέλεσης των εργασιών ώστε να μην επιβαρύνονται οι σχετικοί αποδέκτες.
- (3) Λήψη μέτρων μείωσης του θορύβου στα αποδεκτά από τις ισχύουσες διατάξεις όρια (προσωρινά ηχοπετάσματα, προγραμματισμός κατάλληλων μεθόδων κατασκευής).
- (4) Λήψη μέτρων περιορισμού σκόνης (κατάβρεγμα μεταφερόμενων υλικών εκσκαφής, συστηματικός καθαρισμός οδοστρωμάτων κ.λπ.).
- (5) Αποφυγή εκρών λιπαντικών, υδρογονανθράκων, υγρών συσσωρευτών ή άλλων υγρών από τα χρησιμοποιούμενα μηχανήματα και εξοπλισμό στο έδαφος.

Επισημαίνεται το θέμα των δονήσεων κατά την εκτέλεση των εργασιών σε περίπτωση χρήσης κρουστικού εξοπλισμού (pile ramming), καθώς και το ενδεχόμενο πρόκλησης παραμορφώσεων στην επιφάνεια του εδάφους. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται για την αποφυγή ζημιών σε αγωγούς ακαθάρτων, καλώδια ηλεκτρικού, ή αγωγούς φυσικού αερίου σε λειτουργία στην περιοχή της υπόγειας διέλευσης του νέου δικτύου.

## Βιβλιογραφία

- [1] Οδηγία 92/57/ΕΕ, «Ελάχιστες απαιτήσεις Υγιεινής και ασφάλειας προσωρινών και κινητών Εργοταξίων»
- [2] Ελληνική Νομοθεσία στα θέματα υγιεινής και ασφάλειας (Π.Δ 17/96, Π.Δ 159/99 κ.λπ.)
- [3] 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)
- [4] 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)
- [5] 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
- [6] ΚΥΑ 36259/2010, Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) (Β' 1312)
- [7] Pipe Jacking Association - *An introduction to pipe jacking and microtunnelling*, 2017 (ISBN 978-1-5272-0341-9)
- [8] DIN 18319:2000-12, *Contract procedures for building works - Part C: General technical specifications for building works; Pipe drilling works.*