

**ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-02:2009**

---

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

---

**HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION**

---



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

---

**Trenchless utilities installation with soil removal methods**

---

Κλάση τιμολόγησης: 9

## Πρόλογος

Η παρούσα Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-02 **«Εγκατάσταση υπογείων δικτύων χωρίς διανοίξη ορύγματος με εφαρμογή μεθόδων αφαίρεσης του εδαφικού υλικού»** βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2<sup>ης</sup> Ομάδας Διοίκησης Έργου (2<sup>η</sup> ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-02, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ Ε της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», τη γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-02 εγκρίθηκε την 23<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών.

## Περιεχόμενα

<b>Εισαγωγή.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Αντικείμενο .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Τυποποιητικές παραπομπές.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Όροι και ορισμοί .....</b>	<b>3</b>
3.1 Συστήματα διάτρησης .....	4
3.2 Εδάφη.....	4
3.3 Μέθοδοι των συστημάτων μετατόπισης .....	4
<b>4 Απαιτήσεις.....</b>	<b>7</b>
4.1 Υλικά.....	7
4.2 Εξοπλισμός .....	8
4.3 Παραδοτέα .....	9
<b>5 Εκτέλεση διάτρησης .....</b>	<b>11</b>
5.1 Γενικά .....	11
5.2 Φρέατα εκκίνησης και εξόδου .....	11
5.3 Διαδικασία διάτρησης .....	12
5.4 Τοποθέτηση σωλήνων δικτύου.....	17
<b>6 Δοκιμές-Έλεγχοι .....</b>	<b>18</b>
<b>7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος</b>	<b>18</b>
7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών .....	18
7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας .....	19
7.3 Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος .....	20
<b>8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών .....</b>	<b>20</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>22</b>

## Εισαγωγή

Η παρούσα Προδιαγραφή εντάσσεται στη σειρά των Π.Ε.ΤΕ.Π που έχουν προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και οι οποίες πρόκειται να εφαρμοστούν 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.

Ο ΕΛΟΤ ανέλαβε την υποχρέωση να επεξεργασθεί και να εκδώσει τις ΠΕΤΕΠ ως Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΛΟΤ ΤΠ – ΕΤΕΠ) σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται στον Κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών και στον Κανονισμό σύστασης και λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης.

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

## 1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στην εκτέλεση εργασιών εγκατάστασης υπογείων δικτύων πάσης φύσεως χωρίς ανοικτή εκσκαφή με την μέθοδο αφαίρεσης του εδάφους.

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

- αρχικά διείσδυση του σωλήνα επένδυσης ή του παραγωγικού σωλήνα (δυναμική ή υδραυλική) και στην συνέχεια εκσκαφή του ορύγματος
- αρχικά εκσκαφή του ορύγματος και στην συνέχεια διείσδυση του σωλήνα

## 2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα 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 στο παρόν όταν θα ενσωματωθούν σε αυτό, με τροποποίηση ή αναθεώρησή του. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-10-01-00 Work-site water pumping -- Εργοταξιακές αντλήσεις υδάτων

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-10-02-00 Wastewater and sludge pumping -- Αντλήσεις Βορβόρου - Λυμάτων.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501- 08-10-03-00 Dewatering with well points -- Αντλήσεις υποβιβασμού υδροφόρου ορίζοντα με well points

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-01-00 Ditch and channel excavations -- Εκσκαφές Τάφρων και Διωρύγων

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501- 08-01-03-01 Trench excavations for utility networks -- Εκσκαφές Ορυγμάτων Υπογείων Δικτύων.

DIN 18319 Contract procedures for building works - Part C: General technical specifications for building works - Pipe drilling works

Συμβατικές διαδικασίες δομικών έργων - Μέρος Γ: Γενικές τεχνικές προδιαγραφές κατασκευών - Εργασίες διάτρησης για τοποθέτηση σωληνώσεων.

## 3 Όροι και ορισμοί

Η επιλογή του κατάλληλου κάθε φορά συστήματος διάνοιξης υπογείου ορύγματος γίνεται σε συνδυασμό με την απαιτούμενη διάμετρο, τον χρόνο αυτοστήριξης του εδάφους και την ύπαρξη ή μη υπογείων υδάτων.

Για τους σκοπούς του παρόντος προτύπου εφαρμόζονται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

### 3.1 Συστήματα διάτρησης

- Περιορισμένα κατευθυνόμενα ή μη κατευθυνόμενα συστήματα διάνοιξης υπογείου ορύγματος.
- Τηλεχειριζόμενα συστήματα διάνοιξης ορύγματος συνεχώς ελεγχόμενης κατεύθυνσης.
- 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 την δυνατότητα συνεχούς εξακρίβωσης της θέσης του μετώπου προσβολής και αλλαγής της χάραξης κατά την διάρκεια της όρυξης.

#### 3.1.2 Μη κατευθυνόμενα και περιορισμένα κατευθυνόμενα συστήματα διάτρησης

Πεδίο εφαρμογής: Εφαρμόζονται μόνο για ευθύγραμμα τμήματα δικτύων. Η θέση διάτρησης και η κατεύθυνση ρυθμίζονται πριν 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 την σύσταση του εδάφους ώστε να είναι δυνατόν να καθορισθεί η ακριβής πορεία του ορύγματος πριν την έναρξη των εργασιών.

### 3.2 Εδάφη

Η κατηγοριοποίηση των εδαφών σύμφωνα με το DIN 18319 έχει ως εξής:

- Μη συνεκτικά χαλαρά εδάφη (κύρια συστατικά αμμοχάλικα):  
Η κατάταξή τους γίνεται με βάση την κόκκομετρική διαβάθμιση (στενή διαβάθμιση  $U=d_{60}:d_{10}<6$  και μεσαία ως ευρεία διαβάθμιση) και τον βαθμό πυκνότητας (χαλαρά, μεσαία, πυκνά).
- Συνεκτικά χαλαρά εδάφη (κύρια συστατικά ιλύς, άργιλος ή άμμος και χαλίκια με μεγάλο ποσοστό ιλύος και αργίλου):  
Η κατάταξή τους γίνεται με βάση την συνοχή (μαλακά, μέσης σκληρότητας, σκληρά) και την σύστασή τους (ανόργανα, οργανικά).
- Χαλαρά εδάφη με λίθους μεγέθους μεγαλύτερου των 63 mm:  
Η κατάταξή τους γίνεται με βάση το μέγεθος (<300 mm, και <600 mm) και το ποσοστό των λίθων (<30% και > 30%).
- Βραχώδη εδάφη με βάση την θλιπτική αντοχή τους.

### 3.3 Μέθοδοι των συστημάτων μετατόπισης

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

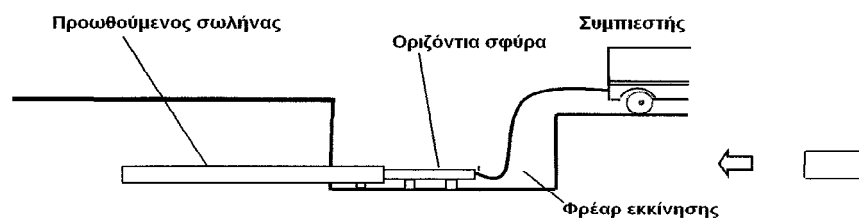
#### 3.3.1 Έμπηξη ανοικτού σωλήνα με σφύρα (Pipe ramming)

Η μέθοδος συνίσταται στην διάνοιξη υπογείου ορύγματος με έμπηξη χαλυβδοσωλήνα επένδυσης ή παραγωγικού (δικτύου) με ανοικτό άκρο μέσω εξωτερικής κρουστικής σφύρας και αφαίρεση του εδάφους, είτε συγχρόνως με την 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, τροchioδρόμους και γενικώς επιχώματα συγκοινωνιακών έργων.



**Σχήμα 1 – Σχηματική απεικόνιση συστήματος έμπηξης ανοικτού σωλήνα με σφύρα**

### 3.3.2 Υδραυλική προώθηση Σωλήνα (Pipe Jacking)

Η μέθοδος συνίσταται στην 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 την μεταφορά των φορτίων ώθησης στο έδαφος.

Η εκσκαφή και αποκομιδή των προϊόντων μπορεί να γίνει είτε χειρωνακτικά είτε με μηχανικά μέσα.

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 μηχανήματα ολομέτωπης κοπής.

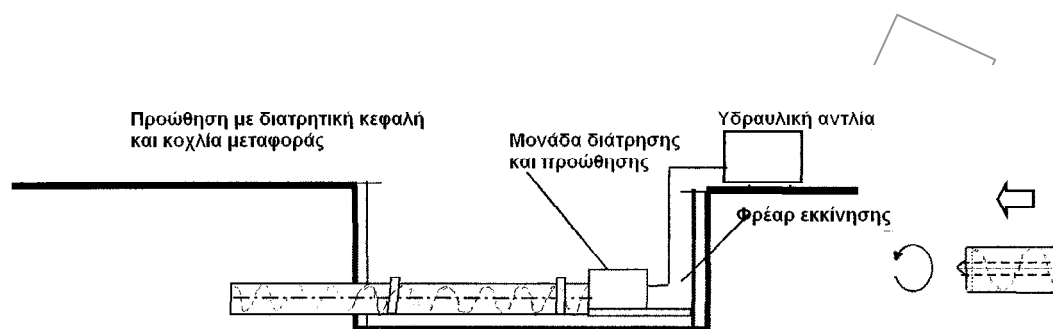
Για την κατανομή των φορτίων προώθησης κατά μήκος του σωλήνα ώστε να αποφευχθεί η υπέρβαση των φορτίων σχεδιασμού του ή για την ολοκλήρωση της εργασίας όταν η ισχύς του εξοπλισμού προώθησης δεν επαρκεί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης (Intermediate Jacking Station).

### 3.3.3 Διάνοιξη με κοχλία (Auger Boring)

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

#### Μη κατευθυνόμενη διάνοιξη 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)**

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

Η μέθοδος της κατευθυνόμενης διάνοιξης κοχλία είναι παρόμοια της μεθόδου “τεχνικής μικροσηράγγων” με την 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 ή οριζόντια κατευθυνόμενη διάτρηση (Horizontal Directional Drilling). Η μέθοδος συνίσταται σε κατευθυνόμενη διάνοιξη πιλοτικής οπής και στην 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 την λίπανση της διατρητικής κεφαλής, την μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής στο σημείο εκκίνησης και την σταθεροποίηση της οπής πριν την 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 MTBM (Micro Tunneling Boring Machine: Διατρητικός εξοπλισμός μικροσήραγγας) 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:

- 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”.



- 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”.
- 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 είτε μηχανικά, ανάλογα και με την χρησιμοποιούμενη μέθοδο αντιστήριξης του μετώπου.

## 4 Απαιτήσεις

### 4.1 Υλικά

Τα υλικά που ενσωματώνονται κατά την τοποθέτηση δικτύων χωρίς ανοικτή εκσκαφή είναι:

- α. Σωλήνες επένδυσης με κατάλληλες συνδέσεις σε περίπτωση κατασκευής του δικτύου σε δύο φάσεις.
- β. Αγωγός δικτύου.
- γ. Συνδέσεις δικτύου.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση δικτύων χωρίς ανοικτή εκσκαφή θα διαθέτουν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά που προβλέπονται από την μελέτη του δικτύου και θα είναι κατάλληλα προς εφαρμογή σε τεχνικές εγκαταστάσεις χωρίς ανοικτό όρυγμα.

Σε κάθε περίπτωση θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά δοκιμών αναγνωρισμένων εργαστηρίων, βεβαιώσεις του κατασκευαστή για την καταλληλότητά τους και κατάλογο επιτυχών εφαρμογών με χρήση των συγκεκριμένων μεθόδων τοποθέτησης.

#### 4.1.1 Υλικά σωλήνων επένδυσης.

Οι σωλήνες που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι χαλυβδοσωλήνες, τσιμεντοσωλήνες οπλισμένοι υψηλής αντοχής, σωλήνες ελατού χυτοσιδήρου, εφυσωμένοι πηλοσωλήνες, πλαστικοί σωλήνες (PVC), ινοπλισμένοι πλαστικοί σωλήνες (Glass fibre reinforced Plastic – GRP) και σωλήνες από ινοτσιμέντο. Η επιλογή τους θα γίνεται ανάλογα με τις απαιτήσεις της μελέτης, την διάμετρο του αγωγού, το μήκος τοποθέτησης και το χρησιμοποιούμενο σύστημα διάνοιξης του ορύγματος.

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

Η διατομή του σωλήνα θα έχει την ικανότητα να παραλάβει όλα τα φορτία που αναπτύσσονται κατά την διαδικασία της εγκατάστασης καθώς και όλα τα φορτία του εγκαταστημένου σωλήνα (φάση λειτουργίας). Η τοποθέτηση των σωλήνων θα γίνεται σύμφωνα με τις υποδείξεις του εργοστασίου παραγωγής.

Οι σωλήνες επένδυσης που θα χρησιμοποιηθούν θα έχουν κατασκευαστεί από παραγωγική διαδικασία πιστοποιημένη σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 9001.

## 4.2 Εξοπλισμός

Ο Ανάδοχος θα 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 θα συνίσταται κατ' ελάχιστον από τα εξής:

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

Ανάλογα με την διάμετρο του προστατευτικού σωλήνα, το μήκος εφαρμογής (φρέατα εκκίνησης και εξόδου) και τις εδαφικές συνθήκες, προκύπτει η ονομαστική ισχύς του εξοπλισμού η οποία σε κάθε περίπτωση θα υπερκαλύπτει το προβλεπόμενο μέγιστο φορτίο για την διείσδυση των σωλήνων.

Ο εξοπλισμός αυτός θα είναι σε άριστη κατάσταση λειτουργίας και θα συντηρείται κανονικά.

Τα μη κατευθυνόμενα ή ημι-κατευθυνόμενα (περιορισμένων δυνατοτήτων ελέγχου κατεύθυνσης) συστήματα θα 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 λοιπά συμβατικά τεύχη η επιλογή του συστήματος διάνοιξης του ορύγματος θα γίνεται από τον Ανάδοχο ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη:

- Τις ειδικότερες απαιτήσεις της μελέτης.
- Τα χαρακτηριστικά του εδάφους (ποσοστό αμμοχάλικου, λίθων και ογκόλιθων).
- Την παρουσία υπογείων υδάτων.
- Την εγγύτητα της χάραξης του νέου δικτύου με υφιστάμενα υπόγεια δίκτυα.
- Την απαιτούμενη από την μελέτη ακρίβεια ευθυγράμμισης και κλίσης.
- Το τύπο και το μέγεθος του σωλήνα του αγωγού ή του σωλήνα επένδυσης καθώς και το μήκος του υπόγειου ορύγματος.
- Την πιθανότητα συνάντησης εμποδίων που δεν έχουν προβλεφθεί κατά μήκος της χάραξης.
- Την διαθεσιμότητα χώρων ανάπτυξης εργοταξιακών εγκαταστάσεων σε συνδυασμό και με τις κυκλοφοριακές συνθήκες της περιοχής.
- Τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που τίθενται στα συμβατικά τεύχη.

### 4.3 Παραδοτέα

Ανάλογα και με τις απαιτήσεις της Μελέτης θα υποβληθεί στην Υπηρεσία το παρακάτω έντυπο υλικό:

- 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 διείσδυση των σωλήνων).
- Πιστοποιητικά αναγνωρισμένων εργαστηρίων από τα οποία θα προκύπτει ότι οι σωλήνες είναι σύμφωνοι με τις προδιαγραφές του έργου, φύλλα τεχνικών προδιαγραφών και χαρακτηριστικών του σωλήνα που θα χρησιμοποιηθεί καθώς και πίνακες επιτρεπόμενων φορτίων ασφαλούς κατασκευής και λειτουργίας.
- Τεχνικό φυλλάδιο για το λιπαντικό σωλήνων που θα χρησιμοποιηθεί και λεπτομέρειες τρόπου εφαρμογής.
- Σχέδια γενικής διάταξης και λεπτομερειών φρεάτων προσπέλασης (βάθος, μέθοδος εκσκαφής τους, σχεδιασμός αντιστηρίξεων, μέτρα ελέγχου επιφανειακών και υπογείων υδάτων, διαμόρφωση δαπέδου εργασίας και υποδοχής του εξοπλισμού και σχεδιασμός σώματος αντίδρασης εμβόλων).
- Αναλυτική περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου κατασκευής και της αλληλουχίας των εργασιών κατασκευής.
- Διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου επιφανειακών παραμορφώσεων κατά την εκτέλεση των εργασιών διάνοιξης του υπόγειου ορύγματος (π.χ. έλεγχος διόγκωσης εδάφους).
- Λεπτομερή τεχνικά στοιχεία του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί (τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή με σύντομη τεχνική μετάφραση στα Ελληνικά).

Τα σχέδια θα περιλαμβάνουν:

- Διάταξη εξοπλισμού στα φρέατα εκκίνησης (εξοπλισμός καθοδήγησης σωλήνων, θέση πιεστηρίων, κεφαλή προώθησης, πλαίσιο υδραυλικών κυλίνδρων ή πλάκας αντίδρασης κ.λπ.).
- Λεπτομέρειες διαμόρφωσης του άκρου διείσδυσης του σωλήνα.
- Λεπτομέρειες συστήματος οριζοντιογραφικού και υψομετρικού ελέγχου του τοποθετούμενου αγωγού.
- Σχέδιο ελέγχου επιφανειακών και υπογείων υδάτων.

#### 4.3.1 Υδραυλική προώθηση σωλήνα (Pipe Jacking)-Εμπηξη ανοικτού σωλήνα με σφύρα (Pipe ramming)

Θα υποβληθούν στην Υπηρεσία προς έλεγχο και έγκριση τα ακόλουθα στοιχεία:

- Περιγραφή μεθόδου εκσκαφής, μεταφοράς και τρόπου διάθεσης των προϊόντων εκσκαφής και λοιπών υλικών που θα προκύψουν κατά την κατασκευή.
- Μέγιστη εκτιμώμενη δύναμη ώθησης / κρούσης με σχετικούς υπολογισμούς. Ισχύς και αριθμός υδραυλικών εμβόλων / ισχύς σφύρας.
- Λεπτομέρειες δακτυλίου μεταφοράς των δυνάμεων προώθησης στον σωλήνα / λεπτομέρειες τεμαχίου σύνδεσης / προσαρμογής της σφύρας στον σωλήνα.

- Περιγραφή μεθόδου αντιμετώπισης υπογείων υδάτων.
- Περιγραφή εξοπλισμού ελέγχου ευθυγράμμισης και κλίσης.
- Περιγραφή εξοπλισμού λίπανσης και εισπίεσης ρευστοκονιάματος πλήρωσης κενών (με σχετικό σχέδιο).
- Σχέδιο αντιμετώπισης απρόοπτων καταστάσεων όπως:
- Βλάβη της σωλήνωσης και επισκευή της.
- Αποκλίσεις οριζοντιογραφικής και υψομετρικής τοποθέτησης πέραν των επιτρεπομένων ορίων.
- Αυξημένες μετακινήσεις της επιφάνειας του εδάφους.

#### 4.3.2 Κατευθυνόμενη Διάτρηση(Directional Drilling ή Guided Boring)

Θα υποβληθούν στην Υπηρεσία προς έλεγχο και έγκριση τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ενημερωτικό υλικό από τον οίκο κατασκευής με λεπτομερή περιγραφή του συστήματος κατευθυνόμενης διάτρησης που θα χρησιμοποιηθεί.
- Περιγραφή παρόμοιων έργων στα οποία χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς το σύστημα αυτό (μήκος, διάμετρος, υλικό σωλήνα κ.λπ.), καθώς και στοιχεία αναζήτησης / επικοινωνίας με εκπροσώπους για τα συγκεκριμένα έργα.
- Περιγραφή της μεθόδου χρήσης υγρού διάτρησης και διαχωρισμού - απόθεσης των προϊόντων εκσκαφής.
- Μέγιστη εκτιμώμενη ελκτική δύναμη ή δύναμη προώθησης (με σχετικούς υπολογισμούς).
- Διαστασιολόγηση σωλήνων λαμβάνοντας υπόψη και τις δυνάμεις λόγω καμπυλότητας και έλξης /προώθησης που θα δημιουργηθούν κατά την κατασκευή.
- Έλεγχος ευθυγράμμισης και κλίσης.
- Σχεδιασμός αντιμετώπισης απρόοπτων καταστάσεων όπως:
  - Αδυναμία ολοκλήρωσης της πιλοτικής οπής.
  - Υπερβολική απώλεια διατρητικού υγρού, υδραυλική θραύση.
  - Αδυναμία έλξης του σωλήνα

#### 4.3.3 Τεχνική Μικροσηράγγων (Microtunneling)-Διάνοιξη με κοχλία (Auger Boring)

Θα υποβληθούν στην Υπηρεσία προς έλεγχο και έγκριση τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ενημερωτικό υλικό από τον οίκο κατασκευής με λεπτομερή περιγραφή του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί.
- Περιγραφή παρόμοιων έργων στα οποία χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς το σύστημα αυτό (μήκος, διάμετρος, υλικό σωλήνα κ.λπ.) καθώς και στοιχεία αναζήτησης/ επικοινωνίας με εκπροσώπους για τα συγκεκριμένα έργα.
- Τρόπος αντιμετώπισης υπογείων υδάτων.

- Περιγραφή του συστήματος ελέγχου ευθυγράμμισης και κλίσης, των τοπογραφικών μεθόδων καθορισμού των σημείων αναφοράς και των διαδικασιών ελέγχου του συστήματος κατά την διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών.
- Μέγιστη εκτιμώμενη δύναμη προώθησης με σχετικούς υπολογισμούς.
- Ικανότητα, αριθμός και διάταξη των κύριων υδραυλικών εμβόλων και λεπτομέρειες του δακτυλίου προώθησης, ελέγχου εμβόλων και μετρητών πίεσης.
- Μέγεθος κοπτικής κεφαλής σε συνδυασμό με προβλεπόμενη υπερεκσκαφή βασισμένη σε σχετικούς υπολογισμούς.
- Σχέδιο εισπίεσης κονιάματος πλήρωσης κενών (όπου απαιτηθεί).
- Σχέδιο αντιμετώπισης απρόοπτων καταστάσεων όπως:
  - Βλάβη της σωλήνωσης και επισκευή της.
  - Απόκλιση και επαναφορά στην ευθυγράμμιση και κλίση.
  - Απώλεια εδαφικού υλικού.

## 5 Εκτέλεση διάτρησης

### 5.1 Γενικά

Οι εργασίες θα εκτελεστούν με κατάλληλο εξοπλισμό επιλογής του Αναδόχου ο οποίος θα εγκριθεί από την Υπηρεσία.

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 απομένουστος όγκου εκσκαφής των φρεάτων, η απομάκρυνση των προϊόντων εκσκαφής και λοιπών υλικών που θα προκύψουν κατά την εκτέλεση των εργασιών και η διάθεσή τους στους χώρους προσωρινής αποθήκευσης ή οριστικής απόρριψης όπως αυτοί προβλέπονται στην μελέτη και η αποκατάσταση της περιοχής των φρεάτων μετά την ολοκλήρωση των εργασιών και των σχετικών ελέγχων.

Κατά την εκτέλεση των εργασιών διάτρησης θα λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την αποφυγή καθιζήσεων της επιφάνειας του εδάφους, ιδιαίτερα σε περιοχές διέλευσης τροchioδρόμων.

Πριν την έναρξη των εργασιών θα 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 θα αντιμετωπίζεται σε συνεργασία με τον αρμόδιο Ο.Κ.Ω. (λήψη αποφάσεων για κατάργηση / αχρήστευση ή ανακατασκευή).

Τα άκρα του σωλήνα και οι ενδιάμεσοι σύνδεσμοι θα προστατεύονται από φθορές σύμφωνα με τις προδιαγραφές του εργοστασίου κατασκευής των σωλήνων.

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

### 5.2 Φρέατα εκκίνησης και εξόδου

Η θέση των φρεάτων θα καθορίζεται στη μελέτη εφαρμογής, όπως αυτή θα εγκριθεί από την Υπηρεσία.

Τα υλικά εκσκαφής θα απομακρύνονται από την περιοχή του έργου και θα μεταφέρονται προς απόρριψη.

Τα φρέατα εκκίνησης θα έχουν επαρκείς διαστάσεις για τον εξοπλισμό διάνοιξης, τις καθοδηγητικές τροχιές, το τεμάχιο του σωλήνα διείσδυσης, το σύστημα μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής και ανάλογο χώρο για την ασφαλή εκτέλεση της εργασίας.

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

Αν ο πυθμένας της τάφρου προσέγγισης είναι ασταθής ή υπερβολικά υγρός, θα κατασκευάζεται πλάκα από σκυρόδεμα.

Για την υδραυλική διείσδυση του σωλήνα (επένδυσης ή δικτύου) απαιτείται η κατασκευή στοιχείου έδρασης στο φρέαρ εκκίνησης, ικανού να παραλαμβάνει την μέγιστη αναπτυσσόμενη δύναμη των υδραυλικών εμβόλων, 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 στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-04-01.

### 5.3 Διαδικασία διάτρησης

#### 5.3.1 Υδραυλική προώθηση σωλήνα, έμπηξη ανοικτού σωλήνα με σφύρα

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

##### α. Υδραυλική προώθηση σωλήνα

Το μήκος των τμημάτων του προωθούμενου με υδραυλικά έμβολα σωλήνα εξαρτάται από τις διαστάσεις των υδραυλικών κυλίνδρων. Όταν ολοκληρωθεί η επέκταση (ωφέλιμο μήκος) των υδραυλικών κυλίνδρων ανασύρονται, επιστρέφουν στην αρχική τους θέση και συνδέεται το επόμενο τμήμα του σωλήνα στο ήδη εγκατεστημένο. Η μελέτη, ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο τύπο σωλήνων, θα καθορίζει το ελάχιστο μήκος σωλήνα που θα χρησιμοποιηθεί, και ιδιαίτερα όταν ο προστατευτικός σωλήνας αποτελεί συγχρόνως τον αγωγό του δικτύου.

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

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

Κατά την προώθηση του σωλήνα (Pipe Jacking) 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 στην δημιουργία ασφαλούς περιβάλλοντος για τους εργαζόμενους και στην ευστάθεια του ορύγματος μέχρι την διείσδυση του σωλήνα. Η σύνδεση της ασπίδας με το σωλήνα θα είναι αρθρωτή ώστε να παρέχεται δυνατότητα μικρορρυθμίσεων της κατεύθυνσης. Η προώθηση του μετώπου εξαρτάται από την 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 θα ακολουθεί το περίγραμμα και την κλίση του σωλήνα. Η εκσκαφή κατά το άνω ήμισυ της περιμέτρου του σωλήνα θα γίνεται κατά τρόπο τέτοιο ώστε να ελαχιστοποιείται η υπερεκσκαφή.

Ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης (Intermediate Jacking Stations) θα 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 την διείσδυση του σωλήνα θα αποφεύγονται οι διακοπές προώθησης ή αν αυτό είναι ανέφικτο θα είναι μικρής διάρκειας (απαγορεύεται η παρατεταμένη ακινητοποίηση του σωλήνα).

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

#### β. Έμπτυξη ανοικτού σωλήνα με σφύρα

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 θα κατανέμεται σε όλη την 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 στην μείωση της συνολικής τριβής σωλήνα - εδάφους.

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

Ο εξοπλισμός και ο αγωγός θα προσαρμόζονται στους οδηγούς προώθησης (σιδηροτροχιές ή ειδικό για το σκοπό αυτό εξάρτημα). Οι οδηγοί θα είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους έτσι ώστε να στηρίζουν επαρκώς το τεμάχιο του σωλήνα.

Η διείσδυση θα αρχίζει με αργό ρυθμό για τον έλεγχο της πορείας και στην συνέχεια θα επιταχύνεται προοδευτικά.

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

Ο Ανάδοχος μπορεί να εφαρμόζει σύστημα λίπανσης των σωλήνων όταν οι προβλεπόμενες για την διείσδυση του σωλήνα δυνάμεις αναμένεται να υπερβούν την ικανότητα του συστήματος ή την επιτρεπόμενη φόρτιση του σωλήνα. Οι σωλήνες παροχής του λιπαντικού θα τοποθετούνται στον προστατευτικό σωλήνα πριν την έναρξη των εργασιών έμπτυξης - προώθησης. Η ικανότητα του συστήματος λίπανσης θα εκτιμάται συναρτήσει της διαμέτρου διάνοιξης, της ταχύτητας διείσδυσης, του υλικού του σωλήνα και των συνθηκών του εδάφους. Για την 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 την τοποθέτησή του δεν αποτελεί προαπαιτούμενο, αλλά μπορεί να είναι απαραίτητη για την τήρηση της κλίσης. Η διάτρηση πιλοτικής οπής θεωρείται ότι εντάσσεται στις προκαταρτικές 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 θα προωθείται με ρυθμό ανάλογο της προχώρησης της διάνοιξης. Δεν επιτρέπεται διάνοιξη χωρίς παράλληλη προώθηση του σωλήνα.

Η διάνοιξη του ορύγματος θα εκτελείται κατά τρόπο ώστε να αποφεύγεται η απόκλιση από την προδιαγεγραμμένη πορεία και η πρόκληση βλαβών στα παρακείμενα δίκτυα. Κατά την χρήση κρουστικού

εξοπλισμού θα διασφαλίζεται ότι οι προκαλούμενες δονήσεις στο έδαφος δεν προκαλούν ζημιές στα παρακείμενα δίκτυα.

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

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

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

### 5.3.2 Κατευθυνόμενη διάτρηση (Directional drilling ή guided boring)

Ο εξοπλισμός για την διάτρηση της πιλοτικής οπής, την διεύρυνσή της και την τοποθέτηση του αγωγού του δικτύου θα έχει το κατάλληλο μέγεθος και θα είναι συμβατός με τις εδαφικές συνθήκες. Ο εξοπλισμός θα παρέχει την 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 θα έχει την ικανότητα αλλαγής πορείας με χρήση μηχανικών και/ή υδραυλικών μέσων. Θα συνοδεύεται από διάταξη διαχωρισμού του διατρητικού υγρού και των διατρημάτων και ανακυκλοφορίας του διατρητικού υγρού.

Κατά την 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 την βοήθεια διατρητικού υγρού θα ελέγχεται η εισπίεσή του και θα εφαρμόζεται η ελάχιστη δυνατή πίεση και παροχή.

Όταν η εγκατάσταση του σωλήνα γίνεται με έλξη συγχρόνως με την 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 θα γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγονται βλάβες ή φθορές του.

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

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

### 5.3.3 Μέθοδος Κοχλία

Ο εξοπλισμός θα 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 θα χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα υδραυλικά έμβολα.

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

Ο κοχλίας θα 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 θα έχει την δυνατότητα ρυθμίσεων ώστε να επιτυγχάνεται η σταθερότητα του μετώπου και η πρόληψη μη ελεγχόμενης εισροής υδάτων ή απώλειας εδαφικού υλικού.

Η κοπτική κεφαλή θα επιλέγεται με βάση τις αναμενόμενες συνθήκες εδάφους, θα έχει την ικανότητα στήριξης όλου του μετώπου εκσκαφής και θα φέρει θραυστήρα για να απομακρύνει από το μέτωπο



κροκάλες και λίθους. Η κοπτική κεφαλή θα έχει την δυνατότητα ρυθμίσεων πορείας ώστε να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ευθυγράμμισης και κλίσης του τοποθετούμενου αγωγού.

#### Έλεγχος εκσκαφής

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

#### Εξοπλισμός παρακολούθησης

Θα παρέχεται σύστημα συνεχούς παρακολούθησης της δύναμης ώθησης και ροπής του κοχλία, της δύναμης προώθησης του σωλήνα και του ρυθμού προχώρησης και καταγραφής των εν λόγω παραμέτρων. Συνεχής παρακολούθηση θα 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 την δημιουργία ενδιάμεσων φρεάτων απαιτείται η έγγραφη έγκριση της Υπηρεσίας. Η σχετική αίτηση του Αναδόχου θα συνοδεύεται από όλες τις απαιτούμενες μελέτες, άδειες και εγκρίσεις.

#### **5.3.4 Τεχνική Μικροσηράγγων (Microtunneling)**

Μηχάνημα διάνοιξης μικροσήραγγας (MTBM) : Το MTBM θα έχει την δυνατότητα ελέγχου κατεύθυνσης στην κοπτική κεφαλή η οποία θα είναι αρθρωτή.

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

Στον πίνακα ελέγχου πορείας θα 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 θα είναι εξοπλισμένο με κατάλληλο θραυστήρα ώστε να απομακρύνει από το μέτωπο κροκάλες και ογκόλιθους.

Υδραυλικό σύστημα προώθησης σωλήνων: Ο κύριος εξοπλισμός προώθησης (υδραυλικά έμβολα) θα έχει ισχύ μεγαλύτερη από το προβλεπόμενο φορτίο προώθησης. Ο ρυθμός επέκτασης του υδραυλικού κυλίνδρου θα συγχρονίζεται με τον ρυθμό εκσκαφής του MTBM (ο οποίος εξαρτάται από τις συνθήκες εδάφους).

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

Ενδιάμεσοι σταθμοί προώθησης (Intermediate Jacking Station) θα 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 θα χρησιμοποιείται δακτύλιος μετάδοσης φορτίου και προστασίας ("κεφαλή προώθησης").

Αυτόματο σύστημα μεταφοράς προϊόντων εκσκαφής: Το αυτόματο σύστημα μεταφοράς προϊόντων εκσκαφής θα εναρμονίζει τον ρυθμό διάνοιξης (εκσκαφής) με τον ρυθμό μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής διατηρώντας καθιζήσεις και διογκώσεις στα καθοριζόμενα από την μελέτη όρια.

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

Το σύστημα μεταφοράς με πολφό θα έχει την 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 θα ρυθμίζεται μέσω αντλιών πολφού μεταβαλλόμενης ταχύτητας. Για να είναι δυνατή η αλλαγή διεύθυνσης και η απομόνωση της ροής, θα περιλαμβάνεται και σύστημα παράκαμψης του πολφού.

Το σύστημα μεταφοράς με πολφό θα 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 (drilling fluid).

Η σύνθεση του πολφού θα παρακολουθείται για την διατήρηση της πυκνότητας και του ιξώδους εντός των προβλεπόμενων από την μελέτη ορίων.

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

Σύστημα τηλεχειρισμού: Ο εξοπλισμός θα είναι εφοδιασμένος με σύστημα τηλεχειρισμού που θα επιτρέπει τους χειρισμούς, χωρίς να απαιτείται η είσοδος του προσωπικού στην μικροσήραγγα.

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

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

Έλεγχος ενεργού κατεύθυνσης: Στον πίνακα ελέγχου λειτουργίας θα απεικονίζονται κατ' ελάχιστον στοιχεία για την κίνηση, κλίση, ρυθμό προχώρησης, εγκατεστημένο μήκος, δύναμη ώθησης και ροπή στρέψης της κοπτικής κεφαλής.

Τυχόν αποκλίσεις πορείας σε σχέση με την θεωρητική κλίση θα ελέγχονται συνεχώς από το σύστημα καθοδήγησης (π.χ. μέσω ακτίνας Laser η οποία θα εκπέμπεται από το φρέαρ προώθησης υπό την θεωρητική γωνία και κλίση και θα σκόπεύει προς στόχο αναρτημένο στην ασπίδα).

Σύστημα λίπανσης σωλήνων: Σύστημα λίπανσης σωλήνων θα προβλέπεται όταν οι αναμενόμενες δυνάμεις προώθησης υπερβαίνουν την ικανότητα του συστήματος των κύριων προωθητών ή την φέρουσα ικανότητα του σωλήνα (με τον απαιτούμενο συντελεστή ασφάλειας).

Το λιπαντικό θα εισάγεται με πίεση δια 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).

Εκτέλεση εργασιώνQ: ελάχιστη επικάλυψη του σωλήνα που θα τοποθετηθεί με την τεχνική μικροσηράγγων θα είναι 1,80 m ή 1,5 x D<sub>εξ</sub> 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 Υπηρεσίας.

Η εργασία κατασκευής της μικροσήραγγας θα οργανωθεί και θα εκτελεστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι καθιζήσεις. Η υπερεκσκαφή γενικώς δεν θα 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 θα ακολουθεί το ρυθμό εκσκαφής και μεταφοράς των προϊόντων εκσκαφής. Χρήση νερού ή άλλων υγρών κατά την διάτρηση επιτρέπεται μόνον για την λίπανση (σε περιορισμένες, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, ποσότητες).

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

Τα προϊόντα εκσκαφής θα απομακρύνονται από το όρυγμα και θα 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 Υπηρεσίας.

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

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

#### **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 θα εξέλχει από τα άκρα του υπογείου ορύγματος ή του σωλήνα επένδυσης, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην μελέτη ώστε να είναι εφικτή η σύνδεσή του με το υπόλοιπο δίκτυο.

Πριν την τοποθέτηση των σωλήνων του δικτύου εντός του σωλήνα επένδυσης ορύγματος θα γίνονται οι συνδέσεις και οι απαιτούμενοι έλεγχοι εκτός ορύγματος σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις σχετικές ΕΛΟΤ ΤΠ (κατά κατηγορία σωλήνων).

Ο αγωγός του δικτύου θα 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, οι οποίοι θα στηρίζουν τον σωλήνα του δικτύου σε όλο του το μήκος. Οι δοκοί θα 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 θα 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 θα τυγχάνουν της έγκρισης της Υπηρεσίας.

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

Ιδιαίτερη προσοχή θα 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, σύμφωνα με τα προδιαγραφόμενα στις σχετικές ΕΛΟΤ ΤΠ και τις οδηγίες του εργοστασίου κατασκευής.

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

## 6 Δοκιμές-Έλεγχοι

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

- Έλεγχος Πρωτοκόλλων παραλαβής ενσωματωμένων υλικών (σωληνώσεων πάσης φύσεως).
- Έλεγχος φακέλου εργαστηριακών δοκιμών και πιστοποιητικών ενσωματωμένων υλικών.
- Έλεγχος γεωμετρικής ακριβείας κατασκευής, σύμφωνα με τα σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης και τις προβλέψεις της παρούσας.
- Έλεγχος εγκατάστασης δικτύου και συνδέσεων αυτού σύμφωνα με την μελέτη και τα εγκεκριμένα κατασκευαστικά σχέδια.
- Έλεγχος επιφανειακών και υπόγειων υδάτων σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην παρούσα.
- Έλεγχος διαχείρισης προϊόντων εκσκαφής.
- 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 Υπηρεσίας χωρίς ιδιαίτερη αποζημίωση.

## 7 Οροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

### 7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

- Ολισθήσεις ασταθών πρανών, είτε κατά την διαμόρφωσή τους, είτε κατά την φάση κατασκευής των έργων.
- Εισροή υδάτων.
- Εργασία σε συνθήκες περιορισμένου χώρου.
- Τραυματισμός κατά την εργασία πλησίον αγωγών υπό πίεση.
- Μεταφορά δια χειρός ή μηχανικών μέσων αντικειμένων μεγάλου βάρους.
- Χρήση εργαλείων συγκόλλησης καθαρισμού ή βαφής σωλήνων.
- Χρήση εξοπλισμού διάτρησης – διεύθυνσης σωλήνων.
- Χρήση εργαλείων κοπής σωλήνων.

- Ηλεκτροπληξία, αναθυμιάσεις, έκρηξη σε περίπτωση πρόκλησης βλάβης σε υφιστάμενα εν λειτουργία υπόγεια ή υπέργεια δίκτυα.
- Κατά την χρήση οποιονδήποτε εργαλείων κατά την εκσκαφή και την εφαρμογή των απαιτούμενων αντιστηρίξεων κ.λπ.

## 7.2 Μέτρα υγείας - 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:

- 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.
- Αντιστήριξη των παρειών του ορύγματος σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην ΕΛΟΤ ΤΠ σχετικά με την εκσκαφή ορυγμάτων υπογείων δικτύων.
- Πριν την έναρξη των εργασιών, εντοπισμός όλων των υπογείων καλωδίων ή άλλων δικτύων διανομής, και σήμανσή τους.
- Κατάλληλος φωτισμός και αερισμός φρεάτων.
- Ανίχνευση επικίνδυνων αερίων.
- Εξοπλισμός άντλησης υδάτων και εφεδρικές αντλίες για χρήση σε περιπτώσεις κινδύνου.

Υποχρεωτική επίσης είναι η χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) κατά την εκτέλεση των εργασιών. Οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι οι εξής:

**Πίνακας 1 – ΜΑΠ**

Κράνος προστασίας από κρούσεις, προσκρούσεις και επαφή με στοιχεία υπό τάση	ΕΛΟΤ EN 397	Βιομηχανικά κράνη ασφαλείας	Industrial safety helmets
Γάντια προστασίας έναντι Μηχανικών κινδύνων	ΕΛΟΤ EN 388	Γάντια προστασίας έναντι Μηχανικών κινδύνων	Protective gloves against mechanical risks
Προστατευτική ενδυμασία έναντι αντοχής σε διάτρηση	ΕΛΟΤ EN 863	Προστατευτική ενδυμασία - Μηχανικές ιδιότητες - Μέθοδος Δοκιμής - Αντοχή σε διάτρηση	Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance
Υποδήματα τύπου ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN ISO 20345	Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	Personal protective equipment - Safety footwear

ΕΛΟΤ EN ISO 20345/A1	Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	Personal protective equipment - Safety footwear
ΕΛΟΤ EN ISO 20345/COR	Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	Personal protective equipment - Safety footwear

### 7.3 Μέτρα προστασίας περιβάλλοντος

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να τηρεί τους περιβαλλοντικούς όρους του έργου.

Ενδεικτικά και όχι περιοριστικά επισημαίνονται οι ακόλουθες απαιτήσεις:

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

## 8 Τρόπος επιμέτρησης

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

Η επιμέτρηση των σωληνώσεων του δικτύου ή της καλωδίωσης θα γίνεται σε μέτρα μήκους πλήρως εγκατεστημένου δικτύου σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στις σχετικές Προδιαγραφές.

Δεν επιμετρούνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες, καθώς και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και η κατανάλωση της ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω κατασκευή τους. Ειδικότερα ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρούνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η διάθεση του απαιτούμενου εξοπλισμού, του εργατοτεχνικού προσωπικού, των υλικών και αναλωσίμων για την εκσκαφή, τις αντιστηρίξεις, τις επενδύσεις και την επανεπίχωση των φρεάτων καθώς και την τελική αποκατάσταση των χώρων επέμβασης.
- Η προμήθεια, μεταφορά, αποθήκευση και προστασία επί τόπου του έργου των σωλήνων και των λοιπών ενσωματούμενων υλικών, κυρίων ή βοηθητικών.
- Η εργασία αποκατάστασης και τα υλικά που θα απαιτηθεί να αντικατασταθούν σε περίπτωση διαπίστωσης ακατάλληλότητάς τους κατά τον έλεγχο παραλαβής.
- Ο έλεγχος επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.
- Η προμήθεια των απαραίτητων αναλώσιμων ή μη υλικών

- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο
- Η ενσωμάτωση ή η χρήση τους στο έργο
- Η φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού.
- Η συγκέντρωση των απορριμμάτων πάσης φύσεως που προκύπτουν κατά την εκτέλεση των εργασιών και την μεταφορά τους προς οριστική απόθεση.
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κλπ για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά) εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

## Βιβλιογραφία

- ΕΛΟΤ EN 14457 General requirements for components specifically designed for use in trenchless construction of drains and sewers. - Γενικές απαιτήσεις στοιχείων σχεδιασμένων προς χρήση σε εφαρμογές τοποθέτησης χωρίς όρυγμα για δίκτυα αποστράγγισης και ακαθάρτων.
- ΕΛΟΤ EN 295-7 Vitrified clay pipes and fitting and pipe joints for drains and sewers. - Part 7: Requirements for vitrified clay pipes and joints for pipe jacking. - Εφυσωμένοι πήλινοι σωλήνες, εξαρτήματα και σύνδεσμοί τους για αποχετεύσεις και υπονόμους. - Μέρος 7: Απαιτήσεις εφυσωμένων πήλινων σωλήνων και συνδέσμων τους για άρμωση με ώθηση.