



---

**ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

**ΠΕΤΕΠ 09-17-03-00**

- 
- 09 Λιμενικά και Λοιπά Θαλάσσια Έργα
  - 17 Υποθαλάσσιοι Αγωγοί
  - 03 Υποθαλάσσιοι αγωγοί από πολυαιθυλένιο  
υψηλής πυκνότητας (HDPE)**
  - 00 -

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του “Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων” (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ).

### **Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων**

<i>Περιγραφή</i>	<i>Ημερομηνία</i>	<i>Παρατηρήσεις</i>
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 <sup>ης</sup> ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

*Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....</b>	<b>1</b>
2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ.....	1
2.2. ΙΣΧΥΟΝΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	1
2.3. ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΥΛΙΚΑ - ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ.....	2
2.4. ΣΗΜΑΝΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ.....	2
2.5. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ .....	2
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....</b>	<b>2</b>
<b>4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....</b>	<b>16</b>
<b>5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ..</b>	<b>16</b>
<b>6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>16</b>

ΣΧΕΔΙΟ

## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα ΠΕΤΕΠ αφορούν την κατασκευή υποθαλάσσιων σωληνογραμμών από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE).

Όλες οι εργασίες θα εκτελεσθούν όπως ορίζεται στην παρούσα ΠΕΤΕΠ και σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης, τις ΠΕΤΕΠ και τα ισχύοντα πρότυπα EN που αφορούν τους αγωγούς και τα εξαρτήματα και τις λοιπές εργασίες (εκσκαφή, επιχωμάτωση/ θωράκιση, προκατασκευή ερμάτων σκυροδέματος ή κατασκευή σκυροδέματος ως επένδυσης βάρους του αγωγού κ.λπ.).

Περιλαμβάνονται τα ενσωματούμενα υλικά και οι εργασίες μεταφοράς των σωλήνων και λοιπών υλικών επιτόπου του έργου, συνδέσεων σωλήνων και συναρμολόγησης του αγωγού, κατασκευής σωμάτων ερματισμού ή επένδυσης του αγωγού με σκυρόδεμα βάρους, διάνοιξης ορυγμάτων ή τάφρων για την εγκατάσταση του αγωγού, καθέλκυσης, πλεύσης και πόντισης του αγωγού, ταφής του αγωγού με επανεπίχωση του ορύγματος ή της τάφρου, προστασίας και θωράκισης του υλικού επίχωσης ή αγκύρωσης του επικαθήμενου στον πυθμένα αγωγού, όπως κατά τμήμα της σωληνογραμμής απαιτείται σύμφωνα με τη σχετική μελέτη.

## 2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

### 2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Για τους αγωγούς και τα ειδικά τεμάχια από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE), ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. 2.1 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00 "Δίκτυα από σωλήνες πολυαιθυλενίου".

### 2.2. ΙΣΧΥΟΝΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Τα υλικά που ενσωματώνονται είναι τα ακόλουθα:

- α. Σωλήνες πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE).
  - β. Ειδικά τεμάχια HDPE (βιομηχανικής παραγωγής).
  - γ. Σώματα ερματισμού ή συνεχής μανδύας επένδυσης του αγωγού από σκυρόδεμα.
  - δ. Χάλυβας οπλισμού των σωμάτων ερματισμού ή γαλβανισμένο συρματόπλεγμα ηλεκτροσυγκολλητό.
  - ε. Γαλβανισμένοι κοχλίες και περικόχλια.
- στ. Φλάντζες και ελαστικοί δακτύλιοι των φλαντζωτών συνδέσμων.

#### Πρότυπα αναφοράς:

Για τους σωλήνες από πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE), για εξαρτήματα και για δοκιμές αυτών, ισχύουν τα πρότυπα που αναφέρονται στην παρ.2.2 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00.

Επίσης ισχύουν τα πρότυπα που αναφέρονται στις ΠΕΤΕΠ 09-01-01-00, 09-02-01-01, 09-02-01-02, 09-03-01-00, 09-04-02-00, 09-06-01-00, 09-07-04-00 κ.λπ., για τις κατά περίπτωση απαιτούμενες σχετικές εργασίες.

### **2.3. ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΥΛΙΚΑ - ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΩΛΗΝΩΝ**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. 2.3 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00.

### **2.4. ΣΗΜΑΝΣΗ ΣΩΛΗΝΩΝ**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. 2.4 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00.

### **2.5. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παρ. 2.5 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00.

## **3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

### **α. Διαμόρφωση εργοταξιακού χώρου**

Το εργοτάξιο θα διαθέτει κατ' ελάχιστο:

- Χώρο αποθήκευσης των σωλήνων προς συναρμολόγηση.
- Χώρο απόθεσης των συγκολλημένων τμημάτων αγωγού και του ερματισμού (με σώματα από σκυρόδεμα ή με επένδυση από συνεχές σκυρόδεμα βάρους), με κατεύθυνση προς τη θάλασσα. Περιμετρικά της περιοχής αυτής θα διαμορφωθεί χώρος διακίνησης του μηχανικού εξοπλισμού προετοιμασίας του αγωγού (βαρέλες σκυροδέματος, πρέσα, γερανοί, μεταλλότυποι κ.λπ.). Σε περίπτωση αγωγού μικρής διαμέτρου και μεγάλης καμπυλότητας, είναι σκόπιμο να εξετάζεται η δυνατότητα διαμόρφωσης του εργοταξιακού χώρου με διάταξη τέτοια, ώστε η συναρμολόγηση του αγωγού να γίνεται κατά μήκος της ακτής και η καθέλκυση της σωληνογραμμής με παράλληλη μεταφορά της προς τη θάλασσα.
- Χώρο αποθήκευσης πλωτήρων, μικροϋλικών, μηχανικού εξοπλισμού κ.λπ., που απαιτούνται κατά την καθέλκυση.
- Υποδομή για την καθέλκυση του αγωγού, όπως κλίνες προετοιμασίας και καθέλκυσης στο χερσαίο χώρο καθώς και επιφάνεια διακίνησης του πλωτού εξοπλισμού (φορηγίδες, σκάφη πλεύσης, πλωτήρες κλπ.) στη θάλασσα.

### **β. Προετοιμασία περιοχής έδρασης του αγωγού**

Από την ακτογραμμή και μέχρι το βάθος θάλασσας που ορίζεται στη μελέτη (εξαρτάται από την έκταση της ζώνης θραύσης των θαλάσσιων κυμάτων στην παράκτια ζώνη εγκατάστασης του αγωγού), ο αγωγός θα τοποθετείται σε όρυγμα, ή σε τάφρο που διανοίγεται στον πυθμένα.

Σε μεγαλύτερα βάθη ο αγωγός είναι δυνατόν είτε να τοποθετηθεί απευθείας επί του πυθμένα ή σε στρώση εξυγίανσης, είτε να ταφεί στον πυθμένα, όπως ορίζεται στη μελέτη. Στις περιπτώσεις αυτές, μπορεί να απαιτείται επικάλυψη του αγωγού (με λεπτόκοκκο υλικό, γεωύφασμα και ογκόλιθους) ή αγκύρωση (με πλάκες από σκυρόδεμα ή στρώματα κυβόλιθων ή συρματοστρώματα ή αγκύρια από σκυρόδεμα διατομής ημικυλίνδρου ή σχήματος Π κ.λπ.). Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, στις οποίες ο αγωγός προβλέπεται να παραμένει μόνιμα πλήρης με υγρό ειδικού βάρους μεγαλύτερου από το υγρό του περιβάλλοντος στο οποίο αυτός εγκαθίσταται και επιπρόσθετα τα εξωτερικά φορτία (από κυματισμό, ρεύματα κ.λπ.) στην

περιοχή εγκατάστασης είναι ασήμαντα, μπορεί ο αγωγός να επικάθεται στον πυθμένα χωρίς επικάλυψη ή αγκύρωση ή οποιαδήποτε άλλη τεχνική συγκράτησης, σύμφωνα πάντοτε με τα προβλεπόμενα στην τεχνική μελέτη.

Η διάνοιξη ορύγματος στη θέση και με τις διαστάσεις που προβλέπονται στην τεχνική μελέτη, θα γίνεται σύμφωνα με τις ΠΕΤΕΠ 09-02-01-01, 09-02-01-02 αναλόγως των συνθηκών που επικρατούν.

Οι τεχνικές διάνοιξης μπορεί να είναι εναλλακτικά οι εξής:

- Εκσκαφή τάφρου πριν την πόντιση του αγωγού (pre-trenching technique): με συμβατική μέθοδο διάνοιξης τάφρου στον πυθμένα. Μετά την διάνοιξη της τάφρου γίνεται η πόντιση του αγωγού και η εγκατάστασή του στην βάση της τάφρου. Στη συνέχεια γίνεται μερική ή ολική επανεπίχωση της τάφρου με το φυσικό υλικό του πυθμένα ή άλλα κατάλληλα υλικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις.
- Εκσκαφή ορύγματος μετά την πόντιση του αγωγού (post-trenching technique). Η εκσκαφή γίνεται με ειδικό μηχάνημα εκτόξευσης νερού με πίεση (hydraulic jet), που εκτελεί αμέσως μετά την εκσκαφή του ορύγματος, την τοποθέτηση του αγωγού στη βάση του ορύγματος που διανοίγεται και τέλος την ταφή του αγωγού με επανεπίχωση του ορύγματος με το υλικό του πυθμένα.

Η εξυγίανση του πυθμένα με διάφορα υλικά, αμμοχάλικο ή άμμο, αναλόγως των συνθηκών που επικρατούν, θα γίνεται σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-03-01-00.

#### **γ. Μεταφορά και αποθήκευση σωλήνων και λοιπών υλικών**

Η μεταφορά, διακίνηση ή αποθήκευση και προστασία των σωλήνων και των ειδικών τεμαχίων θα γίνεται όπως προβλέπεται στην παρ.3.1 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00 "Δίκτυα από σωλήνες πολυαιθυλενίου".

#### **δ. Συγκόλληση και προετοιμασία σωλήνων**

Η συναρμολόγηση της σωληνογραμμής θα γίνεται στην ξηρά, σε χώρο που βρίσκεται σε άμεση γειτονία με τη θαλάσσια περιοχή εγκατάστασης του αγωγού ή - όταν ο χώρος αυτός πρακτικά δεν είναι διαθέσιμος - σε άλλη θέση, από την οποία θα γίνεται μεταφορά του αγωγού στη θέση εγκατάστασης με πλεύση/ ρυμούλκηση.

Η μέθοδος συναρμολόγησης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του γηπέδου, στο οποίο η εργασία αυτή θα εκτελεστεί. Γενικότερα, είναι δυνατή η εφαρμογή μίας από τις παρακάτω τεχνικές:

1. Ο αγωγός θα συναρμολογείται στο σύνολό του στην ξηρά σε συνεχόμενα τμήματα κατάλληλου μήκους ("καλάμια"), έτοιμα προς άρση και καθέλκυση. Τα τμήματα αυτά θα έχουν μήκος που εξαρτάται από το διαθέσιμο εργοταξιακό χώρο και θα εδράζονται με κατάλληλες στηρίξεις στο έδαφος του χώρου συναρμολόγησης, στο οποίο θα έχει προηγηθεί εξυγίανση. Τα συναρμολογημένα τμήματα θα πωματίζονται με τυφλές φλάντζες και θα συνδέονται μεταξύ τους στο νερό.
2. Κάθε τεμάχιο σωλήνα θα συνδέεται με το ήδη συναρμολογημένο τμήμα του αγωγού. Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της σύνδεσης κάθε τεμαχίου, το νέο τμήμα συναρμολογημένου αγωγού που προκύπτει θα προωθείται περαιτέρω προς τη θάλασσα. Τα σώματα ερματισμού τοποθετούνται στον αγωγό είτε στην ακτή πριν την καθέλκυσή του, είτε κατά την επίπλευσή του από πλωτή φορηγίδα.

Η σύνδεση των σωλήνων γίνεται με αυτογενή θερμική συγκόλληση με ηλεκτρομούφα (electrofusion welding) ή με τη μέθοδο της μετωπικής θερμικής - αυτογενούς - συγκόλλησης

(butt fusion welding), σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην παρ.3.3 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00. Μετά το πέρας εκάστης συγκόλλησης θα γίνεται λεπτομερής οπτικός έλεγχος και έλεγχος με φορητή συσκευή υπερήχων.

#### **ε. Δοκιμασίες στεγανότητας σε εσωτερική πίεση**

Μετά την ολοκλήρωση κάθε τμήματος συγκολλημένων σωλήνων ("καλάμι"), και πριν την καθέλκυσή του, θα διενεργούνται στο εργοτάξιο δοκιμασίες στεγανότητας, που συνίστανται στην προδοκιμασία και την κυρίως δοκιμασία και καταρτίζονται πρωτόκολλα δοκιμασιών, όπως προβλέπεται στην παρ.3.5 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00 "Δίκτυα από σωλήνες πολυαιθυλενίου".

#### **στ.Ερματισμός αγωγού με σώματα ή μανδύα σκυροδέματος**

Ο ερματισμός του αγωγού αποσκοπεί στην προστασία του έναντι των δράσεων των κυματισμών και των θαλάσσιων ρευμάτων και εξασφαλίζει την παραμονή του βυθισμένου αγωγού στη θέση εγκατάστασής του.

Τα σώματα ή ο συνεχής μανδύας ερματισμού του αγωγού κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα σε ειδικούς μεταλλότυπους, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης με διαστάσεις (ή αποστάσεις μεταξύ, στην περίπτωση σωμάτων ερματισμού), που καθορίζονται από τη μελέτη, ανάλογα με τη διάμετρο του αγωγού και το βαθμό προστασίας που απαιτείται.

##### Κατασκευή σωμάτων ερματισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα

Τα κριτήρια αποδοχής των ενσωματούμενων στα σώματα ερματισμού υλικών (σκυρόδεμα, οπλισμός), η μέθοδος κατασκευής και οι απαιτήσεις τελειωμένης εργασίας καθώς και οι απαιτήσεις ποιοτικών ελέγχων κατά την παραλαβή των εν λόγω προκατασκευασμένων στοιχείων, ακολουθούν τις διατάξεις της ΠΕΤΕΠ 09-07-04-00 "Προκατασκευασμένα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα".

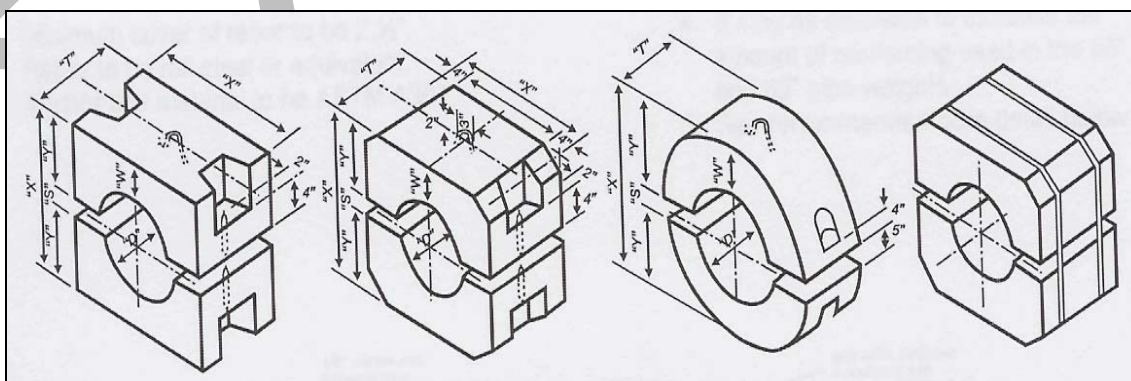
Η απόκλιση των διαστάσεων από τις καθοριζόμενες στη μελέτη δεν θα υπερβαίνει τα  $\pm 0,01$  m.

Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί δίδονται ενδεικτικά τυπικές διαστάσεις σωμάτων ερματισμού.



**ΠΙΝΑΚΑΣ 3-1: ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΩΜΑΤΩΝ ΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Όνομαστική διάμετρος σωλήνα HDPE (mm)	Μέση εξωτερική διάμετρος (mm)	Αποστάσεις μεταξύ ερμάτων σε m συναρτήσει της περιεκτικότητας του αγωγού σε αέρα			Κατά προσέγγιση βάρος σκυροδέματος έρματος (kg)		Διαστάσεις Έρματος (mm)						Διαστάσεις κοχλιών συνδέσεως (inches)	
		10%	15%	20%	Στον αέρα	Στο νερό	"D"	"X"	"Y"	"T"	"S" (min)	"W"	Διάμετρος	Μήκος
76.20	88.90	3.00	2.00	1.50	5.4	3.2	102	227	95	63	38	63	¾" (≈Φ20)	12"
101.60	114.30	3.00	2.00	1.50	9.0	4.5	127	279	120	63	38	76	¾"	12"
127.00	141.22	3.00	2.00	1.50	13.6	8.2	152	305	133	90	38	76	¾"	12"
152.40	168.40	3.00	2.00	1.50	16.0	9.1	181	330	146	90	38	76	¾"	12"
177.80	181.10	3.00	2.00	1.50	20.4	11.8	194	343	152	108	38	76	¾"	12"
203.20	219.20	3.00	2.00	1.50	25.0	13.6	235	388	175	108	38	76	¾"	12"
254.00	273.05	3.00	2.00	1.50	43.0	25.0	298	489	219	114	50	101	¾"	12"
304.80	323.85	3.00	2.00	1.50	56.7	34.0	337	540	245	127	50	101	¾"	13"
330.20	339.85	3.00	2.00	1.50	79.4	45.4	352	610	280	133	50	127	¾"	13"
355.60	355.60	4.50	3.00	2.30	102.0	59.0	368	622	285	165	50	127	1,0"	13"
406.40	406.40	4.50	3.00	2.30	113.4	65.8	419	673	311	165	50	127	1,0"	13"
457.20	457.20	4.50	3.00	2.30	163.0	95.2	470	723	336	210	50	127	1,0"	13"
508.00	508.00	4.50	3.00	2.30	181.0	107.0	521	775	362	210	50	152	1,0"	13"
558.80	558.80	4.50	3.00	2.30	243.0	141.0	572	876	413	215	50	152	1,0"	13"
609.60	609.60	4.50	4.00	2.30	277.0	163.0	622	927	438	222	50	152	1,0"	13"
711.20	711.20	6.00	4.00	3.00	408.0	236.0	724	1020	490	285	50	152	1,0"	13"
812.80	802.39	6.00	4.00	3.00	517.0	299.0	813	1120	533	310	50	152	1,0"	13"
914.40	914.40	6.00	4.00	3.00	648.0	376.0	927	1230	590	340	50	152	1,0"	13"
1016.00	1002.54	6.00	4.00	3.00	803.0	463.0	1020	1320	635	390	50	152	1,0"	13"
1066.80	1066.80	6.00	4.00	3.00	873.0	510.0	1080	1385	667	380	50	152	1,0"	13"
1219.20	1203.45	6.00	4.00	3.00	1134.0	662.0	1230	1530	740	430	50	152	1 1/8"	13"
1397.00	1404.62	6.00	4.00	3.00	1537.0	898.0	1415	1730	838	475	50	155	1 1/8"	15"
1600.20	1605.53	6.00	4.00	3.00	2018.0	1179.0	1620	1980	965	470	50	155	1 1/8" (Φ26)	15"



Τα σώματα ερματισμού πρέπει να είναι κατάλληλα οπλισμένα ώστε να αποφεύγεται η θραύση κατά την στερέωση τους επί του αγωγού.

Η διάμετρος της οπής του έρματος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη της εξωτερικής διαμέτρου του αγωγού για να μπορεί να τοποθετηθεί ο προστατευτικός ελαστικός δακτύλιος. Για το λόγο αυτό

δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται ο αγωγός σαν καλούπι για την κατασκευή των ερμάτων χωρίς να λαμβάνεται πρόνοια για την εξασφάλιση της ως άνω απαίτησης (πάχος ελαστικού δακτυλίου ~ 7 mm).

Όταν ο βυθισμένος αγωγός υφίσταται καταπόνηση από ρεύματα ή παλιρροιακά φαινόμενα συνιστάται να ερματίζεται με σώματα διατομής μη συμμετρικής με το κέντρο βάρους χαμηλό, για την εξασφάλιση αυξημένης ευστάθειας έναντι συστρόφης.

Για μεγάλες διαμέτρους αγωγών τα σώματα ερματισμού θα φέρουν ενσωματωμένα άγκιστρα αναρτήσεως για την υποβοήθηση της τοποθέτησής τους.

Όταν προβλέπεται κατασκευή δίδυμων ή τρίδυμων αγωγών τοποθετημένων παράλληλα, τα σώματα ερματισμού θα περιβάλλουν όλους τους αγωγούς ώστε να βυθίζονται ως ενιαίο σύνολο.

#### Κατασκευή συνεχούς έρματος με μανδύα σκυροδέματος

Ο οπλισμός του συνεχούς έρματος αποτελείται από γαλβανισμένο ηλεκτροσυγκολλητό πλέγμα με τετραγωνικούς βρόγχους, διαστάσεων και πάχους σύρματος σύμφωνα με τη μελέτη, τοποθετείται περιμετρικά στον αγωγό, στη θέση που προβλέπεται στη μελέτη και διατηρείται σε αυτή με αποστάτες.

Η επένδυση του αγωγού με σκυρόδεμα θα γίνεται σε όλο το μήκος του αγωγού, περιλαμβανόμενων των περιοχών συγκολλήσεων των σωλήνων μεταξύ τους.

Η σκυροδέτηση θα γίνεται με χρήση κυλινδρικού μεταλλότυπου με άνοιγμα στο άνω τμήμα του και με εξοπλισμό και διαδικασίες που εξασφαλίζουν επαρκώς συμπυκνωμένο σκυρόδεμα, με ομοιόμορφο πάχος, πυκνότητα και αντοχή. Επιβάλλεται η χρήση δονητών επιφάνειας στην περίμετρο του σιδηροτύπου. Δεν επιτρέπεται η διακοπή σκυροδέτησης κατά μήκος ενός τεμαχίου αγωγού. Για την αποφυγή διαμήκους αστοχίας του σκυροδέματος, εξαιτίας της καμπύλωσης κατά τη διάρκεια της πόντισης του αγωγού, θα διαμορφώνονται ανά αποστάσεις αρμοί μικρού πάχους από πιασσοχαρτό ή ξύλο.

Για το ενσωματούμενο σκυρόδεμα ισχύει ο ΚΤΣ και ειδικότερα η ΠΕΤΕΠ 01-01 (Παραγωγή και Διάστρωση Σκυροδέματος) με τις ακόλουθες τροποποιήσεις/ συμπληρώσεις:

- Το σκυρόδεμα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των προκατασκευασμένων στοιχείων μπορεί να είναι:
  - α) έτοιμο εργοταξιακό σκυρόδεμα μικρών έργων (κατά τα αναφερόμενα στο Άρθρο 3, παρ. 3.7 & 3.9 και Άρθρο 13, παρ. 13.4 του ΚΤΣ).
  - β) έτοιμο εργοστασιακό σκυρόδεμα (κατά τα αναφερόμενα στο Άρθρο 3, παρ. 3.8 & 3.9 του ΚΤΣ), εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από την μελέτη του έργου.
- Το σκυρόδεμα θα είναι κατηγορίας τουλάχιστον C25/30, εκτός εάν στην μελέτη του έργου προδιαγράφεται ακόμη μεγαλύτερη χαρακτηριστική αντοχή. Τα υλικά του σκυροδέματος των προκατασκευασμένων στοιχείων θα είναι σύμφωνα με τους ισχύοντες Ελληνικούς Κανονισμούς και Προδιαγραφές για σκυρόδεμα κατηγορίας C25/30 ή ανώτερης.
- Το τσιμέντο θα συμφωνεί με τις απαιτήσεις του Προτύπου EN 197-1:2000 "Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα" και θα είναι τύπου CEM IV/B (P-W) 32.5 N ή CEM III/B-M (S-P-W) 42.5 N.
- Η κατηγορία αντοχής του τσιμέντου και η περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε τσιμέντο θα καθορισθεί από τη μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος, βάσει αιτιολογημένης πρότασης του Αναδόχου, προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενες ιδιότητες. Σε κάθε περίπτωση και

ανεξάρτητα της κατηγορίας του σκυροδέματος, η μεν ελάχιστη περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε τσιμέντο δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 4,0 kN ( $\approx 400$  kg) ανά κυβικό μέτρο σκυροδέματος για τσιμέντο οποιουδήποτε τύπου, η δε μέγιστη περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε τσιμέντο δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 4,90 kN/m<sup>3</sup> (500 kg/m<sup>3</sup>).

- Η τήρηση της ανωτέρω ελάχιστης περιεκτικότητας σε τσιμέντο είναι υποχρεωτική ακόμη και στις περιπτώσεις που η προδιαγραφόμενη από την μελέτη κατηγορία σκυροδέματος, βάσει της μελέτης συνθέσεως του Αναδόχου, δύναται να επιτευχθεί με μικρότερη περιεκτικότητα τσιμέντου, ή η εφαρμογή της προδιαγραφόμενης, από την παρούσα προδιαγραφή, ελάχιστης περιεκτικότητας του σκυροδέματος σε τσιμέντο, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή σκυροδέματος κατηγορίας (χαρακτηριστικής αντοχής) ανώτερης από την απαιτούμενη.
- Απαγορεύεται η χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά (τύπου IV κατά ΠΔ 244/80) για την παραγωγή του οπλισμένου σκυροδέματος των προκατασκευασμένων στοιχείων.
- Το νερό αναμειξως και συντηρήσεως του σκυροδέματος των προκατασκευασμένων στοιχείων θα προέρχεται από το δίκτυο ποσίμου νερού και θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Σχεδίου Προτύπου EN 1008:2002: Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete -- Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού. Απαγορεύεται η χρήση θαλασσινού νερού για την παρασκευή και συντήρηση του σκυροδέματος.
- Ο μέγιστος κόκκος αδρανών του μίγματος που θα χρησιμοποιηθεί για το σκυροδέμα επένδυσης του αγωγού δεν θα πρέπει να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 15 mm.
- Η κάθιση του σκυροδέματος (slump), μετρούμενη κατά EN 12350-2:1999: Testing fresh concrete - Part 2: Slump test -- Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 2: Δοκιμή κάθισης, θα πρέπει να είναι κατάλληλη για τις τοπικές συνθήκες (πυκνότητα οπλισμού, διαστάσεις κλπ.), γενικά όμως θα χρησιμοποιείται σκυροδέμα που ανήκει στην κατηγορία του "πλαστικού" και "ημίρευστου" σκυροδέματος (με κάθιση μεγαλύτερη από 3 cm).
- Η αναλογία νερού-τσιμέντου θα πρέπει να είναι μικρότερη του 0.48
- Η περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε λεπτόκοκκα υλικά θα πρέπει να είναι μικρότερη από 5,40 kN ( $\approx 550$  kg) ανά κυβικό μέτρο σκυροδέματος.
- Στην μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος θα πρέπει να δοθεί και καμπύλη ανάπτυξης της αντοχής του σκυροδέματος με θραύση δοκιμίων τουλάχιστον σε 7 και 28 μέρες όπως επίσης και η καμπύλη μεταβολής της αντοχής του σκυροδέματος με τον λόγο νερό προς τσιμέντο (N/T).
- Τα πρόσθετα θα προσδιορισθούν από την μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος που θα συνταχθεί από τον Ανάδοχο και θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις του άρθρου 4, παρ. 4.5. του Ελληνικού Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (το Πρότυπο EN 934-2:2001: Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση και ΚΤΣ, Φ.Ε.Κ. 537/B/01.05.02). Η προσθήκη των προσμίκτων θα γίνεται σύμφωνα με τη μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος. Τα πρόσμικτα θα μπορούν να προστεθούν στο σκυροδέμα κατά την ανάμιξή ή προ της σκυροδέτησης στο εργοτάξιο. Οι αναλογίες κάθε πρόσμικτου στο μείγμα του σκυροδέματος θα συμφωνηθούν προ της οποιασδήποτε σκυροδέτησης και θα είναι αντίστοιχες με αυτές της μελέτης σύνθεσης.

- Το σκυρόδεμα θα έχει την κατάλληλη ρευστότητα παρά τον μικρό λόγο νερού προς τσιμέντο. Η απαίτηση της ρευστότητας θα καλυφθεί με την χρήση ρευστοποιητού. Ο ρευστοποιητής προσδιορίζεται, από τη μελέτη συνθέσεως.
- Συνιστάται η προστασία του οπλισμού με χρήση αναστολέων διάβρωσης ή εφαρμογής συστήματος καθοδικής προστασίας. Ενδεικτικά αναφέρονται οι αναστολείς διάβρωσης με βάση το νιτρώδες ασβέστιο υπό μορφή διαλύματος σε αναλογία περίπου 15lt/m<sup>3</sup>.

Για τον οπλισμό ισχύει η ΠΕΤΕΠ 01-02-01-00, με τις ακόλουθες τροποποιήσεις/ συμπληρώσεις:

- Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση οπλισμών κατασκευασμένων με την μέθοδο δεσιμίδων (έλαση δεσιμίδων απο παλιό σίδηρο με αυτογενή συγκόλληση κ.λπ.). Επίσης απαγορεύεται η χρησιμοποίηση οπλισμού που έχει υποστεί ανεπανόρθωτες παραμορφώσεις.
- Ο σιδηρούς οπλισμός που ενσωματώνεται στα προκατασκευασμένα στοιχεία θα είναι ομοιογενής και θα καθαρίζεται καλά απο ακαθαρσίες, λίπη και σκουριά πριν απο τη χρήση του. Η κάμψη του σιδήρου των διαμέτρων μέχρι 25 mm θα γίνεται πάντοτε εν ψυχρώ και ποτέ εν θερμώ. Για διατομές μεγαλύτερες των 25 mm επιτρέπεται η εν θερμώ κάμψη του σιδήρου.
- Η Επιβλέπουσα Υπηρεσία έχει δικαίωμα να υποχρεώσει τον Ανάδοχο να προβεί σε έλεγχο της ποιότητας του σιδηροοπλισμού, ο οποίος θα γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές των προτύπων EN ISO 15630-1:2002: Steel for the reinforcement and prestressing of concrete - Test methods - Part 1: Reinforcing bars, wire rod and wire (ISO 15630-1:2002) -- Χάλυβας οπλισμένου και προεντεταμένου σκυροδέματος. Μέθοδοι δοκιμής. Οπλισμός από ράβδους, χονδρόσυρμα και σύρμα και prENV 10081-3:2002: Steel for the reinforcement of concrete - Weldable reinforcing steel - Part 3: Technical delivery conditions for class B -- Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος. Συγκολλησίμος χάλυβας οπλισμών. Μέρος 3: Τεχνικοί όροι παράδοσης για προϊόντα κατηγορίας B και του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (Κ.Τ.Χ., Φ.Ε.Κ. 381/B/24-3-2000).
- Θα χρησιμοποιηθεί χάλυβας S500s σύμφωνα με τα πρότυπα EN ISO 15630-1:2002 και prENV 10081-3:2002 και τον Ελληνικό Κανονισμό Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (Κ.Τ.Χ., Φ.Ε.Κ. 381/B/24-3-2000), εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από την μελέτη του έργου.

#### Περιμετρική προστασία του αγωγού

Για την προστασία της εξωτερικής επιφάνειας αγωγών HDPE και για την εξασφάλιση επαρκούς τριβής για την παρεμπόδιση ολίσθησης των ερμάτων κατά μήκος του αγωγού κατά την διαδικασία καθέλκυσής του, ο αγωγός θα περιβάλλεται με δακτυλίους από κατάλληλο συμπιεστό υλικό πριν από την τοποθέτηση των ερμάτων από σκυρόδεμα. Η περιμετρική προστασία του αγωγού θα εκτείνεται τουλάχιστον 25 mm πέραν των παρειών των ερμάτων.

Κατάλληλα υλικά για προστασία του αγωγού από πολυαιθυλένιο είναι:

1. Υλικά σπογγώδους neoprene πάχους 6-7 mm.
2. Διάφορες ελαστικές ταινίες πάχους 3-4 mm.
3. Μεμβράνες ελαστικού υποστρώματος.

Απαγορεύεται η χρήση μεμβρανών πολυαιθυλενίου ως υλικά προστασίας λόγω του ότι δεν έχουν δυνατότητα συμπίεσης και ως εκ τούτου δεν μπορούν να εμποδίσουν την διολίσθηση των ερμάτων κατά μήκος του αγωγού.

#### Τοποθέτηση των ερμάτων από σκυρόδεμα

Ο ερματισμός του αγωγού επιτρέπεται να γίνει είτε στην ξηρά είτε στη θάλασσα (στην επιφάνεια του νερού), ανάλογα με τον μηχανικό εξοπλισμό που διαθέτει ο Ανάδοχος και την τεχνική που θα εφαρμόσει με τα διατιθέμενα για τον σκοπό αυτό μέσα.

#### *Ερματισμός του αγωγού στην ξηρά*

Τα σώματα ερματισμού τοποθετούνται επί της κλίνης καθέλκυσης κατά την διάρκεια σύνδεσης και καθέλκυσης του αγωγού ή πριν την τοποθέτησή τους στην κλίση καθέλκυσης, κατά την τμηματική συναρμολόγηση του αγωγού.

Ανάλογα με το μέγεθος του έργου, το διατιθέμενο ανθρώπινο δυναμικό και τον μηχανικό εξοπλισμό είναι δυνατόν να δημιουργηθούν διάφορες θέσεις εργασίας τοποθέτησης σωμάτων ερματισμού στον χώρο του εργοταξίου.

Η κλίση καθέλκυσης κατασκευάζεται από σιδηροτροχιές ή σιδηροδοκούς υπό μορφή ράμπας ή άλλης διάταξης ολίσθησης (όπως π.χ. τροχοφόρα φορεία), προκειμένου να διασφαλίζει μετακίνηση των συναρμολογημένων τμημάτων του ερματισμένου αγωγού με την ελάχιστη δυνατή ελκτική δύναμη (δεν επιτρέπεται εφελκυσμός του σωλήνα).

Τα σώματα ερματισμού από σκυρόδεμα πρέπει να αποθηκεύονται κοντά στις θέσεις εργασίας. Είναι απαραίτητο, ο Ανάδοχος να διαθέτει επαρκή ανυψωτικά μέσα για την μετακίνηση των σωμάτων ερματισμού από τη θέση αποθήκευσης στη θέση εργασίας και την ανύψωση του αγωγού προκειμένου να τοποθετηθούν τα σώματα ερματισμού.

Όπου είναι δυνατόν θα ακολουθούνται τα εξής βήματα:

1. Τοποθέτηση των ελαστικών δακτυλίων προστασίας περιμετρικά του αγωγού και συγκόλληση των άκρων τους με ταινία.
2. Τοποθέτηση του κάτω τμήματος του έρματος και ανύψωση και τοποθέτηση του αγωγού στην υποδοχή του έρματος.
3. Τοποθέτηση του άνω τμήματος του έρματος επί του αγωγού.
4. Σύσφιξη των μηχανικών συνδέσμων (αγκυρώσεις ή κοχλιώσεις) ώστε τα σώματα ερματισμού να μην μπορούν να μετακινούνται κατά μήκος του αγωγού.

Σε μεγάλες διαμέτρους, μπορούν να τοποθετούνται τρία ή τέσσερα σώματα ερματισμού ανά φάση ανύψωσης του αγωγού στην θέση καθέλκυσης.

#### *Ερματισμός του αγωγού στη θάλασσα*

Τα σώματα ερματισμού τοποθετούνται επί του αγωγού στην επιφάνεια της θάλασσας, με χρήση πλωτής φορηγίδας, αφού ο αγωγός έχει ήδη συναρμολογηθεί, καθελκυστεί και επιπλέει.

Ο αγωγός ελκύεται παράλληλα προς τη φορηγίδα ή τη σχεδία. Η τοποθέτηση των σωμάτων ερματισμού γίνεται κατά τρόπον ανάλογο με εκείνου που εφαρμόζεται στην ξηρά, με τη διαφορά ότι στην προκειμένη περίπτωση ο αγωγός ανυψώνεται με τη βοήθεια γερανού και επικάθεται τμηματικά επί του σκάφους όπου και ερματίζεται.

Αφού τοποθετηθούν και συσφιχθούν τα δύο τμήματα του σώματος ερματισμού, ο αγωγός προωθείται με τη βοήθεια του γερανού στη επιφάνεια της θάλασσας έλκεται επί του σκάφους για ερματισμό το επόμενο τμήμα του αγωγού.

#### *Μεταφορά ερματισμένων σωλήνων*

Οι ερματισμένοι σωλήνες θα μεταφέρονται με τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες δημιουργίας ρηγματώσεων ή άλλων βλαβών στο μανδύα σκυροδέματος.

*Επισκευές στον ερματισμό του αγωγού*

Οι επισκευές των βλαβών του σκληρυθέντος σκυροδέματος της επένδυσης του αγωγού (μανδύα) θα γίνονται σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- α) Οι τριχοειδείς ρωγμές, ήτοι οι ρωγμές με εύρος μικρότερο από 1,0 mm και βάθος μικρότερο του 25% του πάχους του έρματος, δεν χρειάζονται επισκευή.
- β) Ρωγμές κατά την περιφέρεια με εύρος μεγαλύτερο από 1,0 mm στην επιφάνεια και οι οποίες εκτείνονται πέραν των 180° γύρω από τον σωλήνα πρέπει να επισκευάζονται. Η επισκευή θα γίνεται με σμίλευση της ρωγμής σε πλάτος όχι μικρότερο από 25 mm σε όλο το μήκος της και πλήρωση αυτής με κατάλληλο υλικό. Οι επισκευές θα πρέπει να μένουν αδιατάρακτες για ένα διάστημα όχι μικρότερο από 36 ώρες.
- γ) Διαμήκης ρωγμές με εύρος μεγαλύτερο από 1,0 mm και μήκος μεγαλύτερο από 30 cm θα επισκευάζονται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο (β).
- δ) Για μεγαλύτερης κλίμακας βλάβες η Επίβλεψη θα αποφασίζει για την επισκευή ή την αφαίρεση και την απόρριψη τμήματος του μανδύα σκυροδέματος. Ειδικότερα, κάθε σκυροδετημένο τμήμα μανδύα θα ελέγχεται με μία αποδεκτή από την Επίβλεψη μη καταστρεπτική μέθοδο τουλάχιστον τρεις μέρες μετά τη σκυροδέτηση, και σε περίπτωση που από τον έλεγχο αυτό, ευρεθούν σφάλματα σκυροδέτησης, θα ελέγχεται η αντοχή του σκυροδέματος του συγκεκριμένου τμήματος και αν οι δοκιμές αποδείξουν ελαττωματικό σκυρόδεμα, το τμήμα αυτό θα αφαιρείται και θα γίνεται επανασκυροδέτηση.

Ζημιά στο σκληρυμένο σκυρόδεμα γίνεται αποδεκτή αν η επιφάνεια είναι μικρότερη από 0,10 m<sup>2</sup> και το βάθος μικρότερο από το 25% του πάχους. Αν η επιφάνεια είναι μέχρι 0,30 m<sup>2</sup> μπορεί να επισκευασθεί με επιτόπου επιδιόρθωση με το χέρι. Αν η βλάβη επεκτείνεται σε επιφάνεια > 0,30 m<sup>2</sup>, η επένδυση από σκυρόδεμα θα αφαιρείται στην περιοχή της ζημιάς καθ' όλη την περιφέρεια του αγωγού και θα επανακατασκευάζεται.

Αν η ζημιά υπερβαίνει το 25% της επιφανείας επένδυσης δεν επιτρέπεται καμία επισκευή, και η επένδυση θα αποξηλώνεται υποχρεωτικά και θα επανακατασκευάζεται.

Κατά την επισκευή θα αποκαθίσταται ο σπλισμός (εάν έχει επηρεασθεί), θα δημιουργείται διατμητική εσοχή στο υφιστάμενο σκυρόδεμα, θα βρέχεται η επιφάνεια και θα σκυροδετείται μέχρι την τελική επιφάνεια με σκυρόδεμα βάρους, πυκνότητας και αντοχής, όπως το υφιστάμενο.

#### **ζ. Υδρογραφικές αποτυπώσεις**

Η εγκατάσταση του αγωγού θα γίνεται σύμφωνα με τα στοιχεία οριζοντιογραφίας και μηκοτομής της εγκεκριμένης μελέτης. Ο εξοπλισμός, το προσωπικό και τα συστήματα για τις απαιτούμενες υποθαλάσσιες αποτυπώσεις και χαράξεις θα πληρούν τις απαιτήσεις της ΠΕΤΕΠ 09-01-01-00 "Βυθομετρικές αποτυπώσεις - χαράξεις - θαλάσσιες σημάνσεις".

Πριν την εγκατάσταση του αγωγού, θα εκτελεσθεί βυθομετρική αποτύπωση της θαλάσσιας περιοχής που πρόκειται να γίνει η πόντιση, σε τρεις άξονες, έναν του ίδιου του αγωγού και δύο άλλους άξονες εκατέρωθεν του πρώτου. Οι αποστάσεις μεταξύ των αξόνων αποτύπωσης και η πυκνότητα των σημείων της αποτύπωσης σε κάθε άξονα εξαρτάται από τις διαστάσεις του αγωγού, τη μορφολογία και την ποιότητα του πυθμένα κ.λπ. Κατά την αποτύπωση αυτή, θα γίνεται εντοπισμός τυχόν υφιστάμενων σωληνώσεων, παλαιών εκρηκτικών, ναυαγίων ή άλλων κατασκευών και θα επισημαίνονται οι κίνδυνοι πρόκλησης ζημιών σε τυχόν υφιστάμενα έργα. Η χάραξη του άξονα του αγωγού θα γίνεται κατά τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η διατήρηση του αγωγού και των πλωτών που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάστασή του σε σωστές θέσεις.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών εγκατάστασης του αγωγού, θα εκτελούνται επίσης οριζοντιογραφικές και βυθομετρικές εργασίες, ώστε να ελέγχεται η τήρηση των συντεταγμένων

και των σταθμών των συμβατικών σχεδίων. Οποιαδήποτε τροποποίηση στην οριζοντιογραφική θέση ή στα υψόμετρα της σωληνογραμμής στη θέση εγκατάστασης ή στις τελικές επιφάνειες των υλικών επικάλυψης και θωράκισης του αγωγού (σε σχέση με τα αντίστοιχα που προβλέπονται στην οριστική μελέτη του έργου) θα πρέπει να εγκρίνονται από την Υπηρεσία πριν την έναρξη της κατασκευής.

Όλος ο εξοπλισμός τοπογραφικών και υδρογραφικών ελέγχων θα ελέγχεται προσεκτικά πριν από κάθε χρήση.

Η Υπηρεσία μπορεί να εκτελεί κάθε επιπρόσθετο τοπογραφικό έλεγχο που κρίνει απαραίτητο, με ή χωρίς την βοήθεια του Αναδόχου.

#### **η. Μελέτη καθέλκυσης, έλξης και πόντισης του αγωγού**

Η μέθοδος εγκατάστασης του υποθαλάσσιου αγωγού εξαρτάται από τις διαστάσεις του αγωγού, το διαθέσιμο εξοπλισμό, τις συνθήκες του περιβάλλοντος, τις απαιτήσεις ναυσιπλοΐας στην περιοχή κ.λπ. Γενικότερα, για την εγκατάσταση του αγωγού θα εφαρμόζονται μία από τις παρακάτω τεχνικές:

- i. Σύρση του αγωγού στον πυθμένα από την ξηρά με κεφαλή έλξης προσαρμοσμένη στο βυθισμένο άκρο του αγωγού. Η έλξη του αγωγού γίνεται με βαρούλκο εγκατεστημένο στην απέναντι ακτή, όπου και η προβλεπόμενη περιοχή απόληξης του αγωγού μετά την εγκατάστασή του. Απαιτείται ερματισμός του αγωγού, που ρυθμίζεται ώστε να καλύπτει την απαίτηση συνεχούς επαφής του με το θαλάσσιο πυθμένα κατά τη διάρκεια της σύρσης. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, γίνεται προσθήκη έρματος ή/ και επίχωση της σωληνογραμμής, ώστε να εξασφαλίζεται η αγκύρωσή της στη θέση εγκατάστασης. Η τεχνική αυτή εφαρμόζεται σε περιπτώσεις εγκατάστασης αγωγών που συνδέουν δύο γειτονικές ακτές, ιδιαίτερα σε περιοχές όπου δεν είναι εφικτή η διακοπή της ναυσιπλοΐας.
- ii. Έλξη του αγωγού στην επιφάνεια της θάλασσας, ρυμούλκηση μέχρι την τελική του θέση και στη συνέχεια πόντιση του αγωγού στον πυθμένα. Είναι η πλέον συνήθης τεχνική, με την προϋπόθεση ότι οι συνθήκες ναυσιπλοΐας επιτρέπουν την εφαρμογή της.

Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει προς έγκριση στην Υπηρεσία, πριν την έναρξη των εργασιών πόντισης του αγωγού, πλήρη μελέτη με λεπτομερή σχέδια, υπολογισμούς και τεχνική περιγραφή της προτεινόμενης μεθόδου καθέλκυσης, έλξης και πόντισης των σωλήνων.

Η μελέτη θα περιλαμβάνει:

- Τεύχος υπολογισμών για τις συνθήκες πλευστότητας του αγωγού (με σώματα ερματισμού, πλωτήρες κ.λπ.) στις φάσεις επίπλευσης και βύθισης.
- Έκθεση μεθόδου καθέλκυσης και πλεύσης, στην οποία θα τεκμηριώνεται ο αριθμός, τύπο και μέγεθος των πλωτήρων που απαιτούνται για την εξασφάλιση προσωρινής πλευστότητας (εάν απαιτούνται).
- Σχέδια των διατάξεων του εργοταξίου και των περιοχών καθέλκυσης και έλξης, με τις θέσεις και διαστάσεις των στηρίξεων των αγωγών, τις θέσεις και το ύψος των κυλίστρων, τις θέσεις και τις εγκαταστάσεις θεμελίωσης των βαρούλκων και των κλινών καθέλκυσης.
- Υπολογισμούς των φορτίων έλξης, της τάνυσης των βαρούλκων, των αναμενόμενων τάσεων κατά την εγκατάσταση των αγωγών λόγω έλξης, πόντισης και πιθανής δημιουργίας ελευθέρων ανοιγμάτων στην ζώνη έδρασης.
- Αναλυτική περιγραφή των μεθόδων σύνδεσης, ευθυγράμμισης, ανύψωσης, χειρισμών και πόντισης, των προτεινόμενων μέσων, εξοπλισμού και διατάξεων.

- Προτεινόμενες ενέργειες για την προστασία του επιπλέοντος αγωγού σε περιπτώσεις ισχυρών ρευμάτων ή θαλασσοταραχής.
- Διαδικασίες που θα εφαρμοστούν σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Εργασίες αποκατάστασης ανεπιθύμητων ελευθέρων ανοιγμάτων.
- Σχέδια όλων των διατάξεων που θα χρησιμοποιηθούν στο εργοτάξιο και στις περιοχές έλξης και καθέλκυσης.

Η καθέλκυση του αγωγού μπορεί να γίνει με ή χωρίς χρήση πλωτήρων, πράγμα που θα προκύψει από την προαναφερθείσα μελέτη και τους σχετικούς υπολογισμούς. Σε περίπτωση που δεν θα γίνει χρήση πλωτήρων, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι ο αγωγός (με το βάρος έρματος) θα επιπλέει όταν είναι κενός και θα βυθίζεται μόνο όταν πληρωθεί με νερό.

#### **θ. Καθέλκυση και πλεύση του αγωγού**

Το ερματισμένο τμήμα του αγωγού θα πωματίζεται στα δύο άκρα του με ειδικά τεμάχια φλάντζας συγκολλημένα στον αγωγό και τυφλές μεταλλικές φλάντζες, που εφαρμόζουν αεροστεγώς.

Επί των τυφλών μεταλλικών φλαντζών διαμορφώνονται ειδικές υποδοχές για την τοποθέτηση βαλβίδων ή άλλων ειδικών τεμαχίων, απαραίτητων για την πόντιση του αγωγού.

Στην κατάσταση αυτή ο αγωγός είναι έτοιμος για καθέλκυση και πλεύση, ακολουθούνται τα εξής βήματα:

1. Εξασφαλίζεται ότι το έδαφος επί του οποίου θα συρθεί ο αγωγός είναι απαλλαγμένο από αιχμηρούς λίθους ή συντρίμματα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν φθορές στην επένδυση. Διαφορετικά ο αγωγός πρέπει να ανασηκωθεί από το έδαφος και να τοποθετηθεί επί ξύλινων υποθεμάτων ή ξύλινων κυλίστρων.
2. Ο αγωγός σύρεται προς τη θάλασσα, με χρήση κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται οι φλαντζωτές συνδέσεις να χρησιμοποιηθούν για την έλξη του αγωγού.
3. Η καθέλκυση, θα γίνεται με προώθηση από το ανάντη άκρο του αγωγού και σταδιακή ανύψωση με περαστούς ιμάντες (σαμπάνια) ή δοκούς ανάρτησης και ανθεκτικά σχοινιά.
4. Ελέγχεται η επίπλευση του αγωγού που πρόκειται να ποντιστεί, με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού (πλωτοί γερανοί, φορηγίδες, ρυμουλκά, πλωτήρες, εξοπλισμός κατάδυσης κ.λπ.).

Σε περίπτωση αγωγού με σώματα ερματισμού, ακολουθούνται τα ίδια βήματα, όπως ανωτέρω, αλλά λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα ώστε η κλίση καθέλκυσης να επιτρέπει την απρόσκοπτη μετακίνηση του ερματισμένου αγωγού στο νερό.

Η κλίση καθέλκυσης πρέπει να επεκτείνεται σε επαρκή απόσταση από την ακτή, ώστε η απόληξή της να βρίσκεται στο νερό και κατά τη ρηχία.

Τα ολοκληρωμένα τμήματα του αγωγού μεταφέρονται στην κλίση καθέλκυσης και τοποθετούνται σε λιπαινόμενα έλκυθρα ολίσθησης ή μεταλλικά βαγονέτα που κυλίνουν σε σιδηροτροχιές κ.λπ. Η καθέλκυση πραγματοποιείται με ρυμούλκηση από τη θάλασσα, αφού κλεισθούν τα άκρα με τυφλές φλάντζες.

Το σύστημα για την έλξη του αγωγού (συρματόσχοινα, κεφαλή έλξης κ.λπ.) πρέπει να εξασφαλίζει την ευθυγράμμισή του με τους άξονες καθέλκυσης και την αποφυγή ανάπτυξης καμπικών τάσεων στον αγωγό από τα συρματόσχοινα έλξης.



Οι εγκαταστάσεις και ο μηχανικός εξοπλισμός έλξης πρέπει να ανταποκρίνονται στις συνθήκες του έργου, και να παρέχουν δυνατότητα επεμβάσεων, όταν υπάρχουν προβλήματα ευστάθειας ή ασφάλειας. Το συνεργείο καθέλκυσης θα διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό και όργανα για τη μέτρηση, καταγραφή και ανάλυση των φορτίων που αναπτύσσονται και θα τηρεί πλήρες αρχείο καταγραφών.

Κατά την πλεύση θα δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στη διατήρηση της ευθυγραμμίας του αγωγού, με τη βοήθεια μικρών σκαφών ή ναυδέτων (αν είναι εφικτή η διάταξή τους).

Ο έλεγχος και η ρύθμιση της πορείας του αγωγού θα γίνεται με τη βοήθεια σημαντήρων που έχουν εγκατασταθεί κατά μήκος της όδευσης πριν την έναρξη της πόντισης με τη βοήθεια τοπογραφικού συνεργείου.

Κατά την καθέλκυση θα αναγράφεται στο ημερολόγιο του έργου η σειρά των σωλήνων που προωθούνται στη θάλασσα (τύπος, αριθμός, γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά κ.λπ.).

#### **Ι. Πόντιση του αγωγού**

Η διαδικασία πλεύσης και πόντισης του αγωγού πρέπει να σχεδιαστεί και προγραμματιστεί σε σχέση με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες, με μέτρα και τεχνικές που θα εξασφαλίζουν την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών στις καταστάσεις θάλασσας που προβλέπεται να αντιμετωπισθούν κατά την περίοδο εκτέλεσης των εργασιών. Οι εναλλακτικές μέθοδοι που θα προταθούν πρέπει να είναι δοκιμασμένης τεχνολογίας και αποδεδειγμένης επιτυχούς εφαρμογής σε άλλα έργα υπό παρόμοιες συνθήκες.

Για το σκοπό αυτό απαιτείται η σύνταξη λεπτομερούς (βήμα προς βήμα) τεχνικής περιγραφής και σχεδίων εφαρμογής της μεθόδου, με αναφορά στον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό (τύπος, διαστάσεις κ.λπ.), το απασχολούμενο προσωπικό, τους απαιτούμενους ελέγχους και δοκιμές κ.λπ.

Μετά την ευθυγράμμιση του αγωγού πάνω από τη θέση τελικής τοποθέτησης αρχίζει η διαδικασία πόντισης με συνεχή έλεγχο της καμπύλωσης του βυθιζόμενου αγωγού.

Η πόντιση γίνεται με ελεγχόμενη προσθήκη ύδατος στην επιπλέουσα σωληνογραμμή από το ένα άκρο και εξαέρωση στο άλλο άκρο (μέσω των βανών και των βαλβίδων που βρίσκονται στις τυφλές φλάντζες στα δύο άκρα του αγωγού) ή/και με σταδιακή αφαίρεση πλωτήρων που προσδίδουν προσωρινή πλευστότητα στον αγωγό. Η προσθήκη νερού πρέπει να γίνεται με τρόπο που θα εξασφαλίζει ότι:

- i. Το νερό δεν ρέει κατά την είσοδό του στον αγωγό σε όλο το μήκος της γραμμής, πράγμα που θα μπορούσε να προκαλέσει αρχικά τη βύθιση του τμήματος του αγωγού που βρίσκεται στο πέρας της γραμμής στα ανοιχτά ή ενδιάμεσων τμημάτων αυτής.
- ii. Ο αέρας δεν εγκλωβίζεται στον αγωγό, προκαλώντας κάμψη της γραμμής μεταξύ της περιοχής εισόδου του νερού και του πέρατος της γραμμής.
- iii. Ο αγωγός βυθίζεται με ρυθμό που επιτρέπει στη σωληνογραμμή να προσαρμόζεται ομαλά σε όλο το μήκος της στη γεωμετρία του πυθμένα στον οποίο επικάθεται, χωρίς τη δημιουργία ανοιγμάτων στην επαφή της με το υλικό έδρασης.

Για την αποφυγή εισόδου του νερού σε όλο το μήκος της γραμμής, είναι αναγκαία η δημιουργία θύλακα νερού στο άκρο της προς την ακτή. Αυτό μπορεί να γίνει με ανύψωση του αγωγού επάνω από τη στάθμη του νερού σε τμήμα του σε απόσταση από την ακτή, ώστε η περιοχή γύρω από το σημείο αυτό να μην συμπληρώνεται με νερό. Η εισαγωγή νερού στο τμήμα του αγωγού μεταξύ της ακτής και του σημείου ανύψωσης, προκαλεί τη βύθιση καταρχήν αυτού του τμήματος. Η θέση του σημείου ανύψωσης πρέπει να βρίσκεται αρκετά κοντά στην ακτή, αλλά

εξαρτάται από το μέγεθος του αγωγού και την ευκαμψία του. Η ανύψωση μπορεί να γίνεται είτε από την ακτή είτε από πλωτό γερανό.

Σε περίπτωση που κατά τη διαδικασία προκύψει έκτακτη ανάγκη, οι βαλβίδες εξαέρωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επανεπίπλευση του αγωγού. Αυτό μπορεί να γίνει με εισπύση αέρα στη βυθισμένη σωληνογραμμή (από το πέρας της στα ανοιχτά), ώστε να γίνει εξαγωγή του περιεχομένου νερού σε αυτή, γεγονός που θα επιτρέψει την επάνοδο της γραμμής στην επιφάνεια της θάλασσας.

Όταν κατά την πόντιση δημιουργηθεί στον αγωγό θύλακας αέρα ή προκύψει καμπύλωση της σωληνογραμμής, απαιτείται η διακοπή της διαδικασίας και η απομάκρυνση του εγκλωβισμένου αέρα. Αυτό επιτυγχάνεται με άμεση διακοπή της παροχής νερού στον αγωγό και εφαρμογή κατάλληλων διορθωτικών μέτρων, όπως: διάνοιξη οπής (ή οπών) στο τοίχωμα του αγωγού στην κορυφή του -μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε περιπτώσεις που ο αγωγός δεν προβλέπεται να λειτουργεί υπό υψηλή πίεση- ή εισπύση αέρα από το άκρο της γραμμής στα ανοιχτά (ώστε η ποσότητα του νερού στον αγωγό να μειωθεί, η δε παραμένουσα ποσότητα να περιοριστεί στο μήκος της γραμμής πριν από το σημείο καμπύλωσης).

Μία άλλη τεχνική για την πόντιση του αγωγού είναι η καθέλκυση και πλεύση του αγωγού χωρίς ερματισμό, και στη συνέχεια η βύθισή του από πλωτή φορτηγίδα (barge), στο κατάστρωμα εργασίας της οποίας γίνεται η προσθήκη των σωμάτων ερματισμού στον αγωγό. Η εφαρμογή αυτής της τεχνικής προϋποθέτει ότι κατά τους ελέγχους πλευστότητας ο αγωγός επιπλέει χωρίς έρματα, ενώ βυθίζεται με την προσθήκη των προβλεπόμενων ερμάτων. Το πλωτό πρέπει να διαθέτει αρθρωτό βυθιζόμενο βραχίονα (articulated sled), ο οποίος θα λειτουργεί ως κλίση βύθισης του ερματισμένου αγωγού. Η κλίση αυτή ρυθμίζεται, σε συνδυασμό με την ταχύτητα προώθησης, ώστε η καμπυλότητα του αγωγού κατά τη σταδιακή βύθισή του να είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη.

Με τη βοήθεια δυτών και σκαφών το ποντιζόμενο τμήμα καθοδηγείται στο άκρο του ήδη τοποθετημένου και γίνεται η φλαντζωτή σύνδεση. Στη συνέχεια αφαιρούνται οι πλωτήρες.

Κατά την πόντιση, πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε οι σωλήνες να μην υποβάλλονται ποτέ σε υπερβολικές τάσεις - ακόμα και σε περίπτωση δυσμενών καιρικών συνθηκών.

#### **ια. Υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού**

Για τη γενική – τελική υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού ο Ανάδοχος θα υποβάλλει προς έγκριση πλήρη τεχνική περιγραφή της διαδικασίας και του εξοπλισμού πλήρωσης, δοκιμής και εκκένωσης του αγωγού, μετρήσεων και καταγραφών, διάγνωσης των διαρροών και επισκευών όπου τυχόν χρειαστεί. Η εκτέλεση της δοκιμής θα γίνεται μετά από σχετική έγγραφη εντολή της Επίβλεψης.

Η υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού θα γίνεται αφού ολοκληρωθεί η πόντιση και εγκατάσταση της σωληνογραμμής. Η σωληνογραμμή θα γεμίζει με κατάλληλη πιεστική διάταξη, συνήθως με θαλασσινό νερό με διάλυμα χρωστικής, και θα παραμένει γεμάτη για επαρκές χρονικό διάστημα πριν την έναρξη της δοκιμής. Η εξακρίβωση τυχόν διαρροών θα γίνεται με την βοήθεια καταδυτικού συνεργείου, η δοκιμή θα θεωρείται ως ολοκληρωθείσα αφού έχει περατωθεί από τους δύτες ο έλεγχος της γραμμής σε όλο το μήκος της. Η παρουσία της Επίβλεψης κατά την διάρκεια της δοκιμής είναι υποχρεωτική.

Μετά το πέρας της υδραυλικής δοκιμής, θα γίνεται πλήρης εκκένωση, εξαέρωση και καθαρισμός του δικτύου, καθώς και απομάκρυνση όλων των συνδέσεων που είχαν τοποθετηθεί για την δοκιμή και δεν είναι απαραίτητες για την λειτουργία του αγωγού, και γενικώς πλήρης

αποκατάσταση και επανεγκατάσταση των εξαρτημάτων που απομακρύνθηκαν για τις ανάγκες της δοκιμής.

Για την υδραυλική δοκιμή των υποθαλάσσιων αγωγών, θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Στην ξηρά θα τοποθετούνται τυφλές φλάντζες και οι βάνες θα παραμείνουν ανοικτές.
- Θα δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στον πλήρη εξαερισμό του δικτύου κατά την πλήρωσή του.
- Η σωληνογραμμή θα πρέπει να έχει πληρωθεί με το νερό 24 ώρες πριν από την έναρξη της υδραυλικής δοκιμής.
- Κατά την διάρκεια της δοκιμής η πίεση θα εφαρμόζεται κατά διεύθυνση αντίθετη από εκείνη λειτουργίας των βαλβίδων αντεπιστροφής, δηλαδή κατά τη φορά της ροής στη σωληνογραμμή. Εάν αυτό δεν είναι δυνατόν τότε η βαλβίδα θα αντικαθίσταται με ειδικό φλαντζωτό τεμάχιο (spool piece).
- Η υδραυλική δοκιμή θα γίνεται αφού ολοκληρωθεί η κατασκευή και εγκατάσταση των σωληνογραμμών και των άλλων εξαρτημάτων (π.χ. στόμια διάχυσης σε αγωγό εκβολής, εύκαμπτοι αγωγοί σε σωληνογραμμή φορτοεκφόρτωσης κ.λπ.)
- Η διάρκεια της δοκιμής θα είναι τουλάχιστον 8 ώρες και δεν θα ολοκληρώνεται πριν να ελεγχθεί από δύτη παρουσία της Επίβλεψης όλη η γραμμή.
- Οποιαδήποτε διαρροή ή αστοχία εντοπισθεί, θα καταγράφεται στο πρακτικό δοκιμής με αναφορά στη μεθοδολογία και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για τη διάγνωση και τον εντοπισμό της, και θα επισκευάζεται. Μετά την επισκευή του αγωγού, η υδραυλική δοκιμή πίεσης θα επαναλαμβάνεται.
- Καμία εργασία δεν θα εκτελείται στο χώρο της γραμμής κατά τη διάρκεια της συμπίεσης και αποσυμπίεσης του αγωγού.
- Απαιτείται σαφής επισήμανση της περιοχής της γραμμής κατά τη διαδικασία της δοκιμής και απαγόρευση προσέγγισης σε όσους δεν έχουν εργασία σε απόσταση 30 m από το δοκιμαζόμενο αγωγό.

#### **ιβ. Επικάλυψη και θωράκιση του αγωγού**

Η επικάλυψη του αγωγού όταν τοποθετείται εντός ορύγματος θα γίνεται με λεπτόκοκκο υλικό των ίδιων χαρακτηριστικών με αυτό που χρησιμοποιείται στη στρώση έδρασης, μέχρι ύψους 0,20 m τουλάχιστον υπεράνω της άντυγος του αγωγού. Πάνω από την επικάλυψη αυτή θα γίνεται επίχωση με αμμοχάλικο ή βυθοκορήματα μεγέθους κόκκου μικρότερου των 0,05 m, σύμφωνα με τις ΠΕΤΕΠ 09-03-01-00 και 09-04-02-00 αντίστοιχα. Αναλόγως των επικρατουσών συνθηκών (ρευμάτων, θραύσης κυματισμών κλπ.) γίνεται επικάλυψη με προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-07-04-00, ή θωράκιση με ογκολίθους, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-06-01-00, και σε κάθε περίπτωση σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην τεχνική μελέτη.

Σε τμήμα υποθαλάσσιου αγωγού που τοποθετείται εκτός ορύγματος μπορεί να προβλέπεται επικάλυψη με λεπτόκοκκο υλικό. Για τη συγκράτηση του υλικού αυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί γεωύφασμα, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-03-03-00, και τελική προστασία με φυσικούς ογκολίθους, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-06-01-00. Εναλλακτικά, μπορεί να προβλέπεται αγκύρωση του αγωγού στον πυθμένα με πλάκες ή αγκύρια από σκυρόδεμα, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-07-04-00 ή συρματοκιβώτια, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 08-02-01-00, κ.λπ. Σε κάθε περίπτωση, θα εφαρμόζονται τα μέσα συγκράτησης και αγκύρωσης του αγωγού που καθορίζονται στην τεχνική μελέτη.

#### **4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Όπως στο άρθρο 4 της ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00 "Δίκτυα από σωλήνες πολυαιθυλενίου".

Για την αποδοχή της εργασίας θα εκτελούνται συνεχείς τοπογραφικοί/ υδρογραφικοί έλεγχοι, τόσο στη σωληνογραμμή - όπως αυτή τοποθετείται - όσο και στις τελικές επιφάνειες επικάλυψης και θωράκισης του αγωγού, για να εξασφαλίζεται η συμμόρφωση με τις ανοχές όσον αφορά την οριζοντιογραφική θέση και τα υψόμετρα. Επίσης θα εκτελούνται έλεγχοι της οριζοντιογραφικής θέσης και της κλίσης των σωλήνων στο νερό από τους δύτες πριν και κατά τη διάρκεια της σύνδεσης των φλαντζών.

#### **5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Απαιτείται η λήψη μέτρων ασφαλείας για το σύνολο των εργασιών, όπως στην ΠΕΤΕΠ 08-06-03-00, άρθρο 5. Επίσης, τα μέτρα ασφαλείας πρέπει να καλύπτουν τις εργασίες στη θάλασσα, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-19-01-00, ειδικότερα σχετικά με τις παρακάτω δραστηριότητες:

- χρήση πλωτών μέσων και λειτουργία των μηχανημάτων,
- κινήσεις πλωτού εξοπλισμού, ώστε να μην παρακωλύεται η ναυσιπλοΐα ή η κίνηση άλλων σκαφών σε διαύλους στην περιοχή του έργου κ.λπ. ή με εξασφάλιση απαραίτητων απαγορεύσεων κυκλοφορίας από τις αρμόδιες Αρχές,
- εκτέλεση των εργασιών εκσκαφών και επιχωματώσεων, καθώς και των εργασιών καθέλκυσης και πόντισης/ εγκατάστασης του αγωγού με κατάλληλη επισήμανση των περιοχών στις οποίες οι εργασίες αυτές εκτελούνται, καθώς και τοποθέτηση φωτοσημαντήρα πέρατος του αγωγού.
- εξακρίβωση υφιστάμενων γραμμών μεταφοράς (αγωγών, καλωδίων κ.λπ.) στην περιοχή εκτέλεσης των εργασιών και εξασφάλιση της προστασίας και της αδιάλειπτης λειτουργίας τους,
- εκτέλεση εργασιών φορτοεκφόρτωσης, καθέλκυσης, πλεύσης και πόντισης του αγωγού, στις οποίες απαιτείται συντονισμός συνεργείων, τήρηση προγράμματος διαδικασιών και μέτρων αντιμετώπισης έκτακτων περιστατικών,
- εκτέλεση εκτεταμένων καταδυτικών εργασιών και λοιπών εργασιών στη θάλασσα με περιορισμένη ορατότητα λόγω θολερότητας.
- ενημέρωση υδρογραφικής υπηρεσίας και πολεμικού ναυτικού και καταγραφή στους ναυτικούς χάρτες.

#### **6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η επιμέτρηση των σωλήνων θα γίνεται σε μέτρα μήκους εγκαταστημένης σωληνογραμμής (αξονικά), κατά ονομαστική διάμετρο και κατηγορία σωλήνων. Τα ειδικά τεμάχια επιμετρώνται ανά χιλιόγραμμο βάρους, και ανάλογα με το υλικό της κατασκευής.

Στις παρακάτω τιμές μονάδος περιλαμβάνονται:

- Η διάθεση του απαιτούμενου εργατοτεχνικού προσωπικού, μηχανικών μέσων, υλικών και συσκευών για όλες τις απαιτούμενες εργασίες.
- Η προμήθεια, μεταφορά, αποθήκευση και προστασία επιτόπου του έργου (χερσαία εγκατάσταση του εργοταξίου) των σωλήνων και των ειδικών τεμαχίων τους.

- Οι εργασίες συναρμολόγησης, καθέλκυσης, πλεύσης, πόντισης και τοποθέτησης του αγωγού στη προβλεπόμενη θέση εγκατάστασης (σε τάφρο ή σε όρυγμα ή στον πυθμένα, όπως προβλέπεται στη μελέτη).
- Οι εργασίες δοκιμών και οι αντικαταστάσεις ή αποκαταστάσεις που ενδεχομένως απαιτηθούν σε περίπτωση τεκμηριωμένης διαπίστωσης ακαταλληλότητας ή μη συμμόρφωσης υλικών και εργασιών.
- Οι εργασίες των τοπογραφικών/ υδρογραφικών αποτυπώσεων, σε όλες τις φάσεις (προετοιμασίας περιοχής εγκατάστασης, τοποθέτησης και επικάλυψης/ θωράκισης του αγωγού).

Οι εργασίες κατασκευής του ερματισμού του αγωγού (με σώματα ή συνεχή μανδύα σκυροδέματος) και οι εργασίες εγκιβωτισμού (επικάλυψη και θωράκιση) του αγωγού στην τάφρο ή την αύλακα ταφής του ή οι εργασίες αγκύρωσής του στον πυθμένα καθώς και οι εργασίες προστασίας από διάβρωση του σπλισμού σκυροδέματος επένδυσης επιμετρώνται ιδιαίτερα και δεν περιλαμβάνονται στις ως άνω τιμές μονάδας.