



---

**ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

**ΠΕΤΕΠ 09-17-02-00**

- 
- 09 Λιμενικά και Λοιπά Θαλάσσια Έργα
  - 17 Υποθαλάσσιοι Αγωγοί
  - 02 Υποθαλάσσιοι αγωγοί από οπλισμένο σκυρόδεμα**
  - 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

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	1
2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	1
3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	4
4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	15
5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ..	15
6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	15

ΣΧΕΔΙΟ

## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα ΠΕΤΕΠ αφορούν την κατασκευή υποθαλάσσιων σωληνογραμμών από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Όλες οι εργασίες θα εκτελεσθούν όπως ορίζεται στην παρούσα ΠΕΤΕΠ και σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης, τις ΠΕΤΕΠ και ισχύοντα πρότυπα ΕΝ που αφορούν τους αγωγούς, τα εξαρτήματά τους και τις λοιπές εργασίες (εκσκαφή, επιχωμάτωση/ θωράκιση κ.λπ.).

Στο αντικείμενο των εργασιών περιλαμβάνονται τα ενσωματούμενα υλικά και οι εργασίες κατασκευής ή προμήθειας των σωλήνων και λοιπών υλικών επιτόπου του έργου, προετοιμασίας των σωλήνων προς πόντιση (τοποθέτηση σφραγιστικών δακτυλίων κ.λπ.), διάνοιξης ορυγμάτων ή τάφρων για την εγκατάσταση του αγωγού, καθέλκυσης ή μεταφοράς επί πλωτών των σωλήνων στη θέση εγκατάστασης, πόντισης των σωλήνων, συνδέσεων σωλήνων και συναρμολόγησης του αγωγού, εγκιβωτισμού 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

Τα γενικά χαρακτηριστικά των σωλήνων από οπλισμένο σκυρόδεμα, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους, η διαδικασία και τα υλικά κατασκευής τους, οι εργαστηριακές δοκιμές ελέγχου της παραγωγής τους, καθώς και οι απαιτήσεις των ελαστικών δακτυλίων των συνδέσμων καθώς και οι απαιτήσεις των προστατευτικών επενδύσεων (εσωτερικής και εξωτερικής) από χημικές επιδράσεις, περιγράφονται στο άρθρο 2 της ΠΕΤΕΠ 08-06-01-00 "Δίκτυα βαρύτητας από τσιμεντοσωλήνες".

Ειδικότερα, οι απαιτήσεις των υλικών για την εργοταξιακή κατασκευή των προκατασκευασμένων σωλήνων από οπλισμένο σκυρόδεμα, για εγκατάσταση υποθαλάσσιας σωληνογραμμής, είναι οι εξής (εκτός αν προβλέπεται διαφορετικά στη μελέτη του έργου):

1. Για το ενσωματούμενο σκυρόδεμα ισχύει ο ΚΤΣ και ειδικότερα η ΠΕΤΕΠ 01-01-00-00 "Παραγωγή και Διάστρωση Σκυροδέματος" με τις ακόλουθες τροποποιήσεις/ συμπληρώσεις:

Το σκυρόδεμα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των προκατασκευασμένων σωλήνων και λοιπών 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), ή 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 II/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 του σκυροδέματος. Σε κάθε περίπτωση και ανεξάρτητα της κατηγορίας του σκυροδέματος, η μεν ελάχιστη περιεκτικότητα του σκυροδέματος σε τσιμέντο δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 3.92 kN (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 α) η προδιαγραφόμενη από την μελέτη κατηγορία σκυροδέματος, βάσει της μελέτης συνθέσεως του Αναδόχου, δύναται να επιτευχθεί με μικρότερη περιεκτικότητα τσιμέντου, ή β) 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 αναμείξεως 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 δεν θα πρέπει να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 31,5 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 κ.λπ.), 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 (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 πρέπει να συνταχθεί από τον Ανάδοχο. Τα πρόσμικτα σκυροδέματος θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του άρθρου 4, παρ. 4.5. του Ελληνικού Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 934-2 και ΚΤΣ, Φ.Ε.Κ. 537/Β/01.05.02). Η προσθήκη

των προσμίκτων θα γίνεται σύμφωνα με τη μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος. Τα πρόσμικτα θα μπορούν να προστεθούν στο σκυρόδεμα κατά την ανάμιξη ή προ της σκυροδέτησης στο εργοτάξιο. Οι αναλογίες ενός συγκεκριμένου πρόσμικτου στο μείγμα του σκυροδέματος θα συμφωνηθούν προ της οποιασδήποτε σκυροδέτησης και θα είναι αντίστοιχες 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. Το είδος και η ποσότητα του ρευστοποιητή θα 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>.

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

- Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση οπλισμών κατασκευασμένων με την μέθοδο δεσμίδων (έλαση δεσμίδων 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, δεν θα παρουσιάζει διαλείψεις συνέχειας κατά την προεργασία 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.

Η ελάχιστη επικάλυψη του οπλισμού είναι 0,060 m.

Όλοι οι σωλήνες που θα συνδεθούν υποθαλάσσια πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με διπλούς ελαστικούς δακτυλίους και με κατάλληλο στόμιο μεταξύ των δύο δακτυλίων για την εκτέλεση δοκιμής στεγανότητας της σύνδεσης σε πίεση. Τα λιπαντικά για χρήση στους ελαστικούς δακτυλίους πρέπει να είναι σύμφωνα με τις συστάσεις του κατασκευαστή των σωλήνων και τις συστάσεις του κατασκευαστή των ελαστικών δακτυλίων.

Όλες οι ειδικές κατασκευές (καμπύλες, συστολές, ανθρωποθυρίδες κ.λπ.) θα σκυροδετούνται σύμφωνα με τα σχέδια και τις προδιαγραφές που ισχύουν για τους σωλήνες από σκυρόδεμα. Οι καμπύλες θα καλουπώνονται και σκυροδετούνται σε μικρά μήκη λοξών διατομών ή σε συνεχείς καμπύλες διατομής.

Η ελάχιστη εσωτερική ακτίνα των καμπυλών είναι πενταπλάσια της εσωτερικής διαμέτρου του σωλήνα. Οι συστολές κατασκευάζονται με επίπεδους πυθμένες και με μήκος συστολής ή μεταβατικό μήκος τουλάχιστον πενταπλάσιο της διαφοράς των διαμέτρων ανάντη και κατόντη της συστολής.

Για τις λοιπές εργασίες κατασκευής της υποθαλάσσιας σωληνογραμμής, ισχύουν τα πρότυπα των 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, 09-11-06-00 κλπ., όπως κατά περίπτωση εργασία απαιτείται.

### 3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

#### α. Διαμόρφωση εργοταξιακού χώρου

Το εργοτάξιο θα διαθέτει κατ' ελάχιστο τα ακόλουθα:

- Χώρο κατασκευής και αποθήκευσης του οπλισμού των σωλήνων.
- Χώρο σκυροδέτησης και αποθήκευσης των σωλήνων.
- Χώρο προετοιμασίας καθέλκυσης των σωλήνων (έλεγχοι σωλήνων, προσαρμογή ελαστικών δακτυλίων στεγανότητας, καθαρισμός του εσωτερικού των σωλήνων, σήμανση και διάταξη των σωλήνων σε σειρά για καθέλκυση κ.λπ.).
- 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 (εάν απαιτούνται από την τεχνική πρόντιση που θα επιλεγεί), 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 κυβολίθων ή συρματοστρώματα ή αγκύρια από σκυρόδεμα διατομής ημικυλίνδρου ή σχήματος Π κλπ.). 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, 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 πρόντιση του αγωγού (pre-trenching technique): με συμβατική μέθοδο διάνοιξης τάφρου στον πυθμένα. Μετά την διάνοιξη της τάφρου γίνεται η πρόντιση 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.

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. Τα υλικά έδρασης θα λαμβάνονται και θα μεταφέρονται στις θέσεις τοποθέτησής τους στην τάφρο με τρόπο που θα εξασφαλίζει ότι αυτά δεν αναμιγνύονται με επιβλαβή υλικά. Θα εξασφαλίζεται το σωστό πάχος της στρώσης έδρασης, η ομαλή κατανομή του υλικού και η έλλειψη κενών. Ο πυθμένας της τάφρου ή η επιφάνεια έδρασης θα διαμορφώνονται σε ομαλή επίπεδη επιφάνεια, στα ακριβή υψόμετρα, ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή τοποθέτηση των σωλήνων σε όλο το μήκος, περιλαμβανομένων των προεξοχών στις συνδέσεις.

Δεν επιτρέπεται διόρθωση του υψομέτρου της επιφάνειας έδρασης με εφαρμογή πίεσης στο επάνω μέρος των σωλήνων.

Ο Ανάδοχος θα λαμβάνει μέτρα για αποφυγή κάθε ζημιάς στο υλικό έδρασης των σωλήνων από την ενέργεια των κυμάτων ή άλλη αιτία. Σε περίπτωση που προκληθεί ζημιά στη στρώση έδρασης, το τμήμα αυτό θα αποκατασταθεί πριν την τοποθέτηση των σωλήνων.

Η τοποθέτηση των σωλήνων δεν επιτρέπεται να ξεκινήσει πριν επιθεωρηθεί ο πυθμένας της τάφρου και η στρώση έδρασης των σωλήνων, και αυτά βρεθούν ικανοποιητικά από την Επίβλεψη.

- 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.

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

Η μεταφορά, διακίνηση ή αποθήκευση και προστασία των σωλήνων και των ειδικών τεμαχίων στο εργοτάξιο θα γίνεται όπως προβλέπεται στην παρ.3.1 της ΠΕΤΕΠ 08-06-01-00.

#### **δ. Προετοιμασία σωλήνων στο εργοτάξιο**

Οι ελαστικοί σφραγιστικοί δακτύλιοι των συνδέσεων θα προσαρμόζονται στους σωλήνες στην ξηρά.

Κάθε τεμάχιο σωλήνα που πρόκειται να ποντιστεί θα εξετάζεται λεπτομερώς για να εξασφαλιστεί ότι η εσωτερική και η εξωτερική προστατευτική επένδυση δεν παρουσιάζουν ζημιές. Όπου απαιτείται, το εσωτερικό των σωλήνων θα καθαρίζεται επιμελώς με βούρτσα. Κάθε τεμάχιο σωλήνα ή ειδικό τεμάχιο που έχει υποστεί βλάβη, θα επισκευάζεται ή θα απορρίπτεται, σύμφωνα με τις εντολές της Επίβλεψης.

Για τη μείωση του πλήθους των υποθαλάσσιων συνδέσεων, είναι δυνατό να γίνεται σύνδεση δύο (ή περισσότερων) τεμαχίων σωλήνων στην ξηρά. Ο αριθμός των τεμαχίων που προσυναρμολογούνται στην ξηρά, εξαρτάται από την ανυψωτική ικανότητα του εξοπλισμού και την αντοχή των σωλήνων σε κάμψη.

Οι τυχόν απαιτούμενες κοπές των σωλήνων θα γίνονται υποχρεωτικά στην ξηρά, με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ή σύμφωνα με μεθόδους της εγκρίσεως της Επίβλεψης, εάν οι σωλήνες κατασκευάζονται από τον Ανάδοχο.

#### **ε. Υδρογραφικές αποτυπώσεις**

Η εγκατάσταση του αγωγού θα γίνεται σύμφωνα με τα στοιχεία οριζοντιογραφίας και μηκοτομής της εγκεκριμένης μελέτης. Για τον εξοπλισμό, το προσωπικό και τα συστήματα για τις απαιτούμενες υποθαλάσσιες αποτυπώσεις και χαράξεις θα έχουν εφαρμογή τα καθοριζόμενα στην ΠΕΤΕΠ 09-01-01-00.

Πριν την εγκατάσταση του αγωγού, πρέπει να εκτελεσθεί βυθομετρική αποτύπωση της θαλάσσιας περιοχής που πρόκειται να γίνει η πόντιση. Η αποτύπωση θα γίνει σε τρεις άξονες, έναν του ίδιου του αγωγού και δύο άλλους άξονες εκατέρωθεν αυτού. 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.

#### **στ. Μελέτη πόντισης του αγωγού**

Η μέθοδος εγκατάστασης του υποθαλάσσιου αγωγού εξαρτάται από τις διαστάσεις του αγωγού, το διαθέσιμο εξοπλισμό, τις συνθήκες του περιβάλλοντος, τις απαιτήσεις της ναυσιπλοΐας στην περιοχή κ.λπ. Για την εγκατάσταση του αγωγού θα εφαρμόζεται διαδικασία, ενδεικτικά ως εξής:

Αρχικά θα γίνεται:

- Καθέλκυση και πλεύση των σωλήνων (κάθε τεμαχίου χωριστά) μέχρι την τελική τους θέση.
- Φόρτωση των σωλήνων από την ακτή σε πλωτή φορηγίδα και μεταφορά τους στη θέση εγκατάστασης.

Στη συνέχεια, θα γίνεται η πόντιση κάθε τεμαχίου σωλήνα χωριστά, με μέθοδο που θα επιλεγεί και εγκριθεί. Μπορεί λόγω χάρη να χρησιμοποιηθεί μεταλλικό ικρίωμα ανάρτησης του σωλήνα (horse), χειριζόμενο από πλωτό γερανό (όπως περιγράφεται στο εδάφιο (ιβ) κατωτέρω). Μετά την πόντιση κάθε σωλήνα και την τοποθέτησή του στη θέση που προβλέπεται στον πυθμένα, θα γίνεται σύνδεσή του με το ήδη εγκαταστημένο τμήμα της σωληνογραμμής.

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην Υπηρεσία πριν την έναρξη των εργασιών πόντισης του αγωγού, πλήρη μελέτη με λεπτομερή σχέδια, υπολογισμούς και τεχνική περιγραφή της προτεινομένης μεθόδου καθέλκυσης/ μεταφοράς/ πλεύσης, πόντισης και σύνδεσης των σωλήνων.

Η μελέτη θα περιλαμβάνει:

- Τεύχος υπολογισμών πλευστότητας των σωλήνων στις φάσεις καθέλκυσης και επίπλευσης (εάν προβλέπονται οι διαδικασίες αυτές για την τοποθέτηση των σωλήνων στην τελική τους θέση).
- Έκθεση μεθόδου καθέλκυσης και πλεύσης (εάν τέτοιες εργασίες απαιτούνται), στην οποία θα αναλύεται ο αριθμός, ο τύπος και το μέγεθος των πλωτήρων για την εξασφάλιση προσωρινής πλευστότητας (εάν απαιτούνται).
- Σχέδια των διατάξεων του εργοταξίου και των περιοχών καθέλκυσης ή φόρτωσης των σωλήνων στην πλωτή φορηγίδα, με τις θέσεις και διαστάσεις των στηρίξεων των αγωγών, τις θέσεις και το ύψος των κυλίστρων (σε περίπτωση καθέλκυσης), τη θέση, τις διαστάσεις και τις εγκαταστάσεις θεμελίωσης της κλίνης καθέλκυσης (εάν απαιτείται).
- Υπολογισμούς των αναμενόμενων τάσεων κατά την πόντιση του αγωγού και την πιθανή δημιουργία ελευθέρων ανοιγμάτων στην ζώνη έδρασης.
- Αναλυτική περιγραφή των μεθόδων πόντισης, ευθυγράμμισης και σύνδεσης των ποντιζομένων τεμαχίων με το άκρο του ήδη εγκαταστημένου τμήματος της σωληνογραμμής.
- Προτεινόμενες ενέργειες για την προστασία των σωλήνων κατά την επίπλευση και μεταφορά τους στη θέση πόντισης, σε περιπτώσεις ισχυρών ρευμάτων ή θαλασσοταραχής.
- Διαδικασίες που θα εφαρμοστούν σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, όπως: μετακίνηση του πλωτού εξοπλισμού σε προστατευμένη περιοχή, προστασία του άκρου του τοποθετημένου αγωγού με στεγανό κάλυμμα, σήμανση του άκρου του αγωγού με κατάλληλο σημαντήρα και τοπογραφικός προσδιορισμός της θέσης του, για την περίπτωση απώλειας ή καταστροφής του σημαντήρα.
- Εργασίες αποκατάστασης ανεπιθύμητων ελευθέρων ανοιγμάτων στην ζώνη έδρασης.
- Σχέδια όλων των διατάξεων που θα χρησιμοποιηθούν στο εργοτάξιο και στην περιοχή καθέλκυσης ή κατά τη φόρτωση και βύθιση των σωλήνων με χρήση πλωτής φορηγίδας.

Το εάν θα απαιτηθεί χρήση πλωτήρων στην περίπτωση που επιλεγεί η τεχνική της καθέλκυσης των σωλήνων, θα καθορίζεται στην προαναφερόμενη μελέτη και τους σχετικούς υπολογισμούς. Εάν δεν προβλέπεται χρήση πλωτήρων, θα εξασφαλίζεται ότι ο σωλήνας επιπλέει όταν είναι κενός με τα άκρα του κλειστά.

Η κλίνη καθέλκυσης πρέπει να προχωρεί σε απόσταση από την ακτή τέτοια, ώστε η έξοδος της να βρίσκεται στο νερό ανεξαρτήτως της μεταβολής της στάθμης της θάλασσας.

Κάθε τεμάχιο σωλήνα που καθελκύεται θα τοποθετείται σε έλκυθρα που ολισθαίνουν στην κλίνη με τη βοήθεια λιπαντικού ή μεταλλικά βαγονέτα που κυλίνουν σε σιδηροτροχιές κ.λπ. Η καθέλκυση θα πραγματοποιείται αφού κλειστούν τα άκρα του σωλήνα με τυφλές φλάντζες.

Σε όλη τη διάρκεια της καθέλκυσης πρέπει να τηρείται ακριβές ημερολόγιο με τη σειρά των σωλήνων που προωθούνται στη θάλασσα (τύπος, αριθμός, γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά κλπ.). Το ημερολόγιο αυτό θα υπογράφεται από τον Επιβλέποντα και τον Ανάδοχο.

#### **ζ. Πόντιση του αγωγού**

Η διαδικασία για την πλεύση και πόντιση του αγωγού πρέπει να σχεδιαστεί και προγραμματιστεί σε σχέση με το μέγεθος του αγωγού, το βάθος του νερού και το είδος του πυθμένα. Επίσης, πρέπει να ληφθούν υπόψη ο διαθέσιμος εξοπλισμός και τα φορτία περιβάλλοντος, ώστε να εφαρμοστούν μέτρα και τεχνικές που εξασφαλίζουν την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών στις καταστάσεις θάλασσας που προβλέπεται να εμφανιστούν σε όλη τη χρονική περίοδο που απαιτείται για την ολοκλήρωσή τους. Οι εναλλακτικές μέθοδοι που θα προταθούν και η μέθοδος

που τελικά θα εγκριθεί πρέπει να είναι δοκιμασμένης τεχνολογίας και αποδεδειγμένης επιτυχούς εφαρμογής σε άλλα έργα υπό παρόμοιες συνθήκες.

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

Η πόντιση και τοποθέτηση των σωλήνων δεν επιτρέπεται να αρχίσει πριν παραληφθεί η εκσκαφή του ορύγματος. Επίσης, πρέπει να έχει παραληφθεί και η στρώση/ επιφάνεια έδρασης των σωλήνων, εκτός από την περίπτωση κατά την οποία η ρίψη του υλικού έδρασης προβλέπεται να γίνει αμέσως μετά τη σύνδεση εκάστου τεμαχίου σωλήνα στην υποθαλάσσια σωληνογραμμή, όπως συμβαίνει στην περίπτωση που η πόντιση των σωλήνων γίνεται με χρήση μεταλλικού ικριώματος και η ρίψη του υλικού έδρασης γίνεται από αγωγούς τροφοδοσίας (bunkers), που βρίσκονται στο ικριώμα και διοχετεύουν το υλικό από τα silo της πλωτής σχεδίας στον πυθμένα.

Η διαδικασία πόντισης του αγωγού πρέπει σε κάθε περίπτωση να γίνεται σύμφωνα με τη σχετική τεχνική μελέτη και τις οδηγίες του κατασκευαστή των σωλήνων. Το ποντιζόμενο τεμάχιο σωλήνα καθοδηγείται στο άκρο της ήδη τοποθετημένης σωληνογραμμής και γίνεται η σύνδεση σε αυτό.

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

Η άρση των σωλήνων για τη φόρτωσή τους στην πλωτή σχεδία θα γίνεται από γερανό με διάταξη αρτάνης (σαμπανιάρισμα) και η πόντιση θα γίνεται είτε με ζεύγος γερανών με διάταξη ζεύξης του σωλήνα σε προκατασκευασμένη πλατφόρμα από σκυρόδεμα, είτε με γερανογέφυρα με χρήση μεταλλικού ικριώματος, όπως περιγράφεται στην τεχνική που ακολουθεί.

*Τεχνική πόντισης σωλήνων από πλωτή σχεδία με χρήση με χρήση μεταλλικού ικριώματος (horse).*

Συνήθης τεχνική για την πόντιση του αγωγού είναι η βύθιση των σωλήνων - κάθε τεμάχιο χωριστά ή δύο προσυναρμογημένα τεμάχια - από μεταλλική πλωτή σχεδία - σάτι (pontoon), εξοπλισμένη με γερανό και γερανογέφυρα. Η βύθιση των σωλήνων γίνεται με χρήση μεταλλικού φορητού ικριώματος (horse), διατομής σχήματος Π, το οποίο εξαρτάται και χειρίζεται από τη γερανογέφυρα της σχεδίας.

Το πρόγραμμα εργασιών κατά την πόντιση και εγκατάσταση κάθε σωλήνα (τεμαχίου) με την τεχνική αυτή, περιλαμβάνει - κατά χρονική σειρά - τα εξής βήματα:

1. Αγκυροβολία της πλωτής σχεδίας και εξακρίβωση θέσης της.
2. Μεταφόρτωση των σωλήνων προς πόντιση από την πλωτή φορηγίδα (barge) στο κατάστρωμα της σχεδίας.
3. Προσέγγιση του ικριώματος στην κορυφή του σωλήνα και πρόσδεση του σωλήνα σε αυτό.
4. Πλήρωση των silo τροφοδοσίας (bunkers) του ικριώματος με υλικό έδρασης.
5. Μετακίνηση του ικριώματος (με τον αναρτημένο σωλήνα) σε άνοιγμα του καταστρώματος της σχεδίας (moonpool), από το οποίο γίνεται η βύθιση του ικριώματος στο νερό.
6. Βύθιση και εναπόθεση του ικριώματος στον πυθμένα.

7. Εξακρίβωση της θέσης του ποντιζόμενου σωλήνα, σε σχέση με το ήδη εγκαταστημένο τμήμα της σωληνογραμμής.
8. Σύνδεση του σωλήνα στο άκρο της σωληνογραμμής.
9. Ρίψη του υλικού έδρασης στην περιοχή κάτω από το σωλήνα.
10. Προφόρτιση του υλικού έδρασης με το βάρος του σωλήνα.
11. Έλεγχος/ δοκιμή της σύνδεσης σωλήνα – σωληνογραμμής.
12. Αποσύνδεση του σωλήνα από το ικρίωμα και ανύψωση του ικριώματος για την επαναφορά του στο κατάστρωμα της σχεδίας.

Στο κατάστρωμα εργασίας της σχεδίας τοποθετούνται - ένα προς ένα - τα έτοιμα προς πόντιση τεμάχια σωλήνων, τα οποία εκφορτώνονται με τη βοήθεια του γερανού της σχεδίας από παραπλέουσα φορηγίδα (barge), η οποία χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των σωλήνων από την ακτή στη θέση εγκατάστασης.

Η γερανογέφυρα μπορεί να διαθέτει αγωγούς (chutes) για την απόρριψη του υλικού εγκιβωτισμού του αγωγού στην αύλακα του πυθμένα. Στην περίπτωση αυτή, το υλικό αυτό παραλαμβάνεται με κάδους (buckets), από την πλωτή φορηγίδα που το μεταφέρει στη θέση απόρριψης.

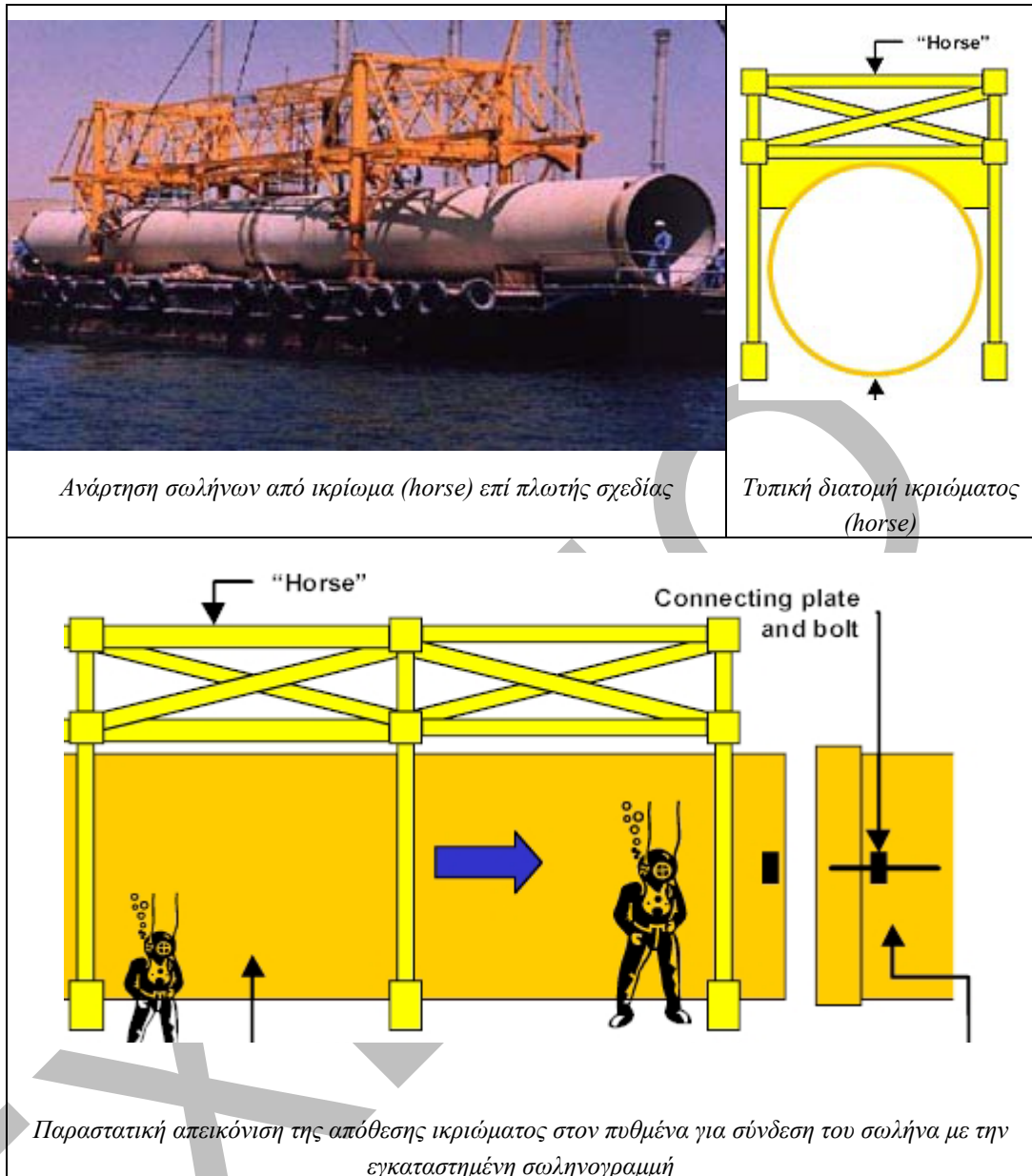
Το ικρίωμα ανάρτησης του βυθιζόμενου σωλήνα θα διαθέτει φορεία (saddles), κινούμενα σε ολισθητήρες για την οριζόντια μετατόπιση του σωλήνα στο ικρίωμα μέσω υδραυλικών κυλίνδρων.

Για την παραλαβή του σωλήνα που πρόκειται να ποντιστεί, το φορητό ικρίωμα θα προσεγγίζει από ύψος την κορυφή του σωλήνα, στη βάση στήριξης του επί του καταστρώματος της σχεδίας. Στη θέση παραλαβής, το ικρίωμα θα στηρίζεται με τα σκέλη του σε ενισχυμένα σημεία του καταστρώματος. Στη συνέχεια, το ικρίωμα θα μετακινείται χαμηλότερα, με ανάταξη των σκελών του, μέχρις ότου τα φορεία του ικριώματος έρθουν σε επαφή με το σώμα του σωλήνα. Στη φάση αυτή, ο σωλήνας πρέπει να βρίσκεται στο μέσο του ικριώματος, ενώ τα φορεία προσαρμόζονται σε θέση στο πέρασ του σωλήνα.

Για την ανάρτηση του σωλήνα από το ικρίωμα θα χρησιμοποιούνται ιμάντες, οι οποίοι θα προσδένονται στη βάση του σωλήνα. Στην κατάσταση αυτή, θα μετράται η σχετική θέση του σωλήνα ως προς το ικρίωμα. Στη συνέχεια, η γερανογέφυρα θα ανυψώνει το ικρίωμα (με το αναρτημένο επί αυτού σωλήνα) από τη θέση στήριξης στο κατάστρωμα της σχεδίας, και θα το μετακινεί μέχρι το σημείο του σκάφους, όπου μπορεί να το κατεβάσει στη θάλασσα και να το βυθίσει μέχρι τον πυθμένα.

Η προσέγγιση στην θέση απόθεσης του ικριώματος (με το φερόμενο σωλήνα), σε ευθυγραμμία με την εγκαταστημένη σωληνογραμμή, θα γίνεται με συνδυασμένες κινήσεις της γερανογέφυρας και της πλωτής σχεδίας. Σε περίπτωση έντονης θαλασσοταραχής ή/και παρουσίας ισχυρών θαλάσσιων ρευμάτων, που καθιστούν δύσκολη την επιτυχή προσέγγιση στην προβλεπόμενη θέση απόθεσης των σωλήνων, η διαδικασία θα διακόπτεται ή θα αναβάλλεται.

Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζεται τυπική διάταξη ανάρτησης του σωλήνα από το ικρίωμα, τυπική διατομή ικριώματος και παραστατική απεικόνιση της απόθεσης του ικριώματος στον πυθμένα για τη σύνδεση του σωλήνα στη σωληνογραμμή.



Ανάρτηση σωλήνων από ικριώμα (horse) επί πλωτής σχεδίας

Τυπική διατομή ικριώματος (horse)

Παραστατική απεικόνιση της απόθεσης ικριώματος στον πυθμένα για σύνδεση του σωλήνα με την εγκαταστημένη σωληνογραμμή

#### η. Πραγματοποίηση των εύκαμπτων συνδέσεων και της έδρασης του αγωγού

Οι σωλήνες προς σύνδεση (ή το τεμάχιο σωλήνα και η σωληνογραμμή στην οποία αυτό θα συνδεθεί) πρέπει να τοποθετούνται στο στρώμα έδρασης σταθερά, ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες μετακινήσεις και καθιζήσεις κατά και μετά την εκτέλεση της σύνδεσης. Για το λόγο αυτό, η επιφάνεια που δημιουργείται μετά τη διάστρωση του υλικού έδρασης των σωλήνων θα είναι ομαλή και επίπεδη, στα ακριβή υψόμετρα, ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερή και πλήρης έδραση του αγωγού σε όλο το μήκος του. Η ανοχή στα υψόμετρα της επιφάνειας έδρασης είναι  $\pm 0,10$  m, εκτός αν άλλως προβλέπεται στη μελέτη του έργου.

Κατά την πόντιση των σωλήνων, τα βυθιζόμενα τεμάχια του σωλήνα θα τοποθετούνται σε απόσταση περίπου 1,0 m από το άκρο της εγκαταστημένης σωληνογραμμής. Από τη θέση αυτή, το συνεργείο δυτών εξετάζει την ευθυγραμμία του σωλήνα με την υφιστάμενη σωληνογραμμή. Στη συνέχεια, ο σωλήνας προωθείται με υδραυλική διάταξη (περίπτωση χρήσης ικριώματος) ή με χειρισμό από το συνεργείο δυτών, μέχρι ο ποντιζόμενος σωλήνας να εισχωρήσει στην προεξοχή του κώδωνα, στο άκρο της σωληνογραμμής. Κατά την εφαρμογή

της δύναμης προώθησης, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την αποφυγή μονομερούς φόρτισης της μούφας, που μπορεί να οδηγήσει σε θραύση. Η φόρτιση πρέπει να ισοκατανέμεται σε όλη την περίμετρο της μούφας.

Το διάκενο μεταξύ του αρσενικού άκρου του σωλήνα και της εσωτερικής επιφάνειας της υποδοχής πρέπει να είναι το καθοριζόμενο στις οδηγίες του κατασκευαστή ή τα σχέδια της μελέτης. Η ανοχή του προβλεπόμενου διακένου δεν υπερβαίνει το  $\pm 50\%$ , εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στις απαιτήσεις του έργου ή του κατασκευαστή. Ο Ανάδοχος θα μετρά τα διάκενα αυτά, μετά την ολοκλήρωση της σύνδεσης, και θα καταγράφει τα στοιχεία. Εάν τα διάκενα δεν πληρούν τις ως άνω προϋποθέσεις, ο σωλήνας θα επανατοποθετείται με διόρθωση της σύνδεσης.

*Τεχνική πόντισης σωλήνων από πλωτή σχέδια με χρήση με χρήση μεταλλικού ικρίωματος (horse)*

Σε περίπτωση εφαρμογής της τεχνικής πόντισης των σωλήνων από πλωτή σχέδια με χρήση μεταλλικού ικρίωματος (όπως αυτή περιγράφεται στο πρόγραμμα εργασιών, στο ανωτέρω εδάφιο (ιβ)), μετά την εξασφάλιση ευθυγραμμίας με την υφιστάμενη σωληνογραμμή, τα φορεία του ικρίωματος (saddles) θα ολισθαίνουν κατά μήκος δοκού και θα προωθούν το σωλήνα προς τα εμπρός, μέχρι το άκρο της γραμμής. Όταν η σύνδεση του σωλήνα είναι υπό εξέλιξη, θα παρακολουθείται διαρκώς το διάκενο μεταξύ του σωλήνα και της σωληνογραμμής με συσκευές που βρίσκονται στο ικρίωμα. Ο έλεγχος και η μέτρηση της απόστασης των σωλήνων, μετά την ολοκλήρωση της σύνδεσης, θα γίνεται με συσκευή ROV, η οποία θα καθελκύεται με τη γερανογέφυρα, μαζί με το ικρίωμα. Οι τυχόν απαιτούμενες προσαρμογές θα γίνονται με μικρομετακινήσεις του σωλήνα, ώστε η σύνδεση να ικανοποιεί τελικά τις απαιτήσεις σχεδιασμού. Οι υποθαλάσσιες εργασίες θα παρακολουθούνται και θα υποστηρίζονται από καταδυτικό συνεργείο.

Μετά την ολοκλήρωση της διάστρωσης του υλικού έδρασης, ο ποντιζόμενος σωλήνας θα απελευθερώνεται από το ικρίωμα. Μετά την απόθεση του σωλήνα, η συσκευή ROV θα μετρά τον αρμό σε κάθε σύνδεση σωλήνων σε τέσσερα σημεία της διατομής του αγωγού (τομείς της περιφέρειας του αγωγού ανά  $90^\circ$ ). Εάν ο αρμός σε κάποια σημεία μέτρησης εμφανίζει άνοιγμα εκτός των επιτρεπόμενων ορίων, ο σωλήνας θα αναρτάται πάλι από το ικρίωμα και θα ανυψώνεται λίγο από τον πυθμένα, ώστε να είναι δυνατή η προσθήκη υλικού στην περιοχή έδρασης του σωλήνα. Το πρόσθετο αυτό υλικό θα διαστρώνεται από το καταδυτικό συνεργείο.

Εάν και μετά την προσθήκη υλικού, το άνοιγμα του αρμού υπερβαίνει το επιτρεπόμενο, η στρώση έδρασης θα αφαιρείται και θα αντικαθίσταται με νέο υλικό, το οποίο θα παραλαμβάνει το βάρος του σωλήνα χωρίς να παρουσιάζει υπερβολικές καθιζήσεις.

#### **θ. Εκτέλεση των υδραυλικών δοκιμών του αγωγού**

##### Δοκιμές στεγανότητας των συνδέσεων

Όλες οι συνδέσεις του αγωγού θα δοκιμάζονται σε στεγανότητα, με εφαρμογή υδραυλικής πίεσης μέσω οπών δοκιμής μεταξύ των δύο ελαστικών δακτυλίων στεγανότητας. Οι δοκιμές θα εκτελούνται μετά την τοποθέτηση και σύνδεση των σωλήνων και τον επαρκή εγκιβωτισμό τους, ώστε αυτοί να έχουν πλήρη στήριξη, μετά την αποσύνδεση των σωλήνων από το ικρίωμα ανάρτησης (εάν χρησιμοποιείται τέτοιο για την πόντιση και εγκατάσταση των σωλήνων στον πυθμένα). Ο Ανάδοχος θα παρέχει όλο τον εξοπλισμό, τα όργανα μέτρησης, συσκευές, υλικά και κατάλληλο προσωπικό για την εκτέλεση των δοκιμών. Τα όργανα μέτρησης θα έχουν πιστοποιημένη ακρίβεια ανάγνωσης, με προσέγγιση 0,02 m στήλης νερού.

*Δοκιμή των συνδέσεων με την τεχνική της πτώσης πίεσης στον αγωγό*

Μία εκ των τεχνικών υδραυλικής δοκιμής των συνδέσεων είναι ο έλεγχος διαρροής με ταπείνωση της εσωτερικής πίεσης στον αγωγό σε σχέση με την εξωτερική υδροστατική πίεση. Για την εκτέλεση της δοκιμής αυτής χρησιμοποιούνται ενδεικτικά τα εξής μέσα και εξοπλισμός:

- τυφλές φλάντζες στα άκρα του υπό δοκιμή αγωγού με υποδοχή για ταχεία σύνδεση εύκαμπτου ελαστικού αγωγού (hose) με δικλείδα εξαερισμού,
- εύκαμπτος ελαστικός αγωγός μικρής διαμέτρου (ενδεικτική διάμετρος 5 cm), που συνδέει το ένα άκρο του υπό δοκιμή αγωγού με δεξαμενή,
- δεξαμενή ρύθμισης της πίεσης (ενδεικτικά από χαλύβδινο σωλήνα διαμέτρου 0,5 m), η οποία προσαρτάται στο πλευρικό τοίχωμα της πλωτής σχεδίας πόντισης των σωλήνων,
- αντλία στο κατάστρωμα της πλωτής σχεδίας για τη συμπλήρωση ή την ταπείνωση της στάθμης του νερού στη δεξαμενή,
- πλωτήρας (floater) στη δεξαμενή, για τη μέτρηση της μεταβολής της στάθμης του νερού σε αυτή,
- δικλείδα (valve) στο σημείο σύνδεσης του ελαστικού αγωγού με τη δεξαμενή.

Τα βήματα κατά την εκτέλεση της δοκιμής είναι τα ακόλουθα:

- Τοποθέτηση των τυφλών φλαντζών στα άκρα των σωλήνων που αποτελούν το υπό δοκιμή τμήμα του αγωγού πριν τη βύθιση των σωλήνων αυτών στο νερό.
- Σύνδεση του ελαστικού αγωγού στη φλάντζα, που βρίσκεται στο άκρο του τμήματος του αγωγού που θα εφαρμοστεί η δοκιμή.
- Ταπείνωση της στάθμης του νερού στη δεξαμενή, σε σχέση με τη ελεύθερη στάθμη της θάλασσας. Η απόσταση μεταξύ των δύο σταθμών (εσωτερικά και εξωτερικά της δεξαμενής) εξαρτάται από τις προδιαγραφές της δοκιμής.
- Αναμονή για χρονικό διάστημα 15 min, ώστε η στάθμη του νερού να σταθεροποιηθεί.
- Επανάληψη των δύο προηγούμενων σταδίων της διαδικασίας, μέχρις ότου η στάθμη του νερού να είναι στη στάθμη δοκιμής.
- Καταγραφή της ανόδου της στάθμης του νερού στη δεξαμενή κατά τη διάρκεια της δοκιμής, σε χρονικό διάστημα 15 min. Σε περίπτωση που δεν καταγράφεται άνοδος της στάθμης, η δοκιμή θεωρείται επιτυχής και ολοκληρώνεται.
- Αποσύνδεση του ελαστικού αγωγού από την τυφλή φλάντζα, ώστε να εξισορροπήσει η πίεση στις δύο όψεις της φλάντζας, και στη συνέχεια απομάκρυνση της φλάντζας από τον αγωγό.

Η δοκιμή αυτή μπορεί στη συνέχεια να επαναληφθεί και να ελέγχονται κάθε φορά μεγαλύτερα τμήματα εγκαταστημένου και συναρμολογημένου αγωγού. Με τον τρόπο αυτό, ενδεχόμενη εμφάνιση διαρροών θα οφείλεται αποκλειστικά στις συνδέσεις του τελευταίου συνδεδεμένου τμήματος της σωληνογραμμής που δοκιμάζεται, οι οποίες δεν είχαν ελεγχθεί σε προηγούμενη δοκιμή. Οι συνδέσεις του τμήματος μεταξύ των δύο τελευταίων δοκιμών θα επανεξετάζονται και θα αποκαθίστανται, εάν δε αυτό δεν είναι εφικτό θα αντικαθίστανται.

#### Γενική 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 δύτε 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.

#### Έλεγχοι παραλαβής σε αγωγούς εκβολής

Προκειμένου περί υποθαλάσσιων αγωγών εκροής λυμάτων, για την παραλαβή τους από την αρμόδια Υπηρεσία, ο Ανάδοχος εκτελεί τους εξής επιπρόσθετους ελέγχους, παρουσία εκπροσώπων της:

1. Παρακολούθηση της ροής κατά μήκος του αγωγού (και κάθε κλάδου του) και μέτρηση της ταχύτητας εκροής (εάν πρόκειται για αγωγό εκβολής), με ειδικά όργανα μέτρησης σε επιλεγμένα στόμια διάχυσης.
2. Άνοιγμα των θυρίδων απόληξης (τέρματος των κλάδων του αγωγού), διαδοχικά σε κάθε κλάδο του αγωγού, και μέτρηση της ταχύτητας εκροής σε κάθε θυρίδα.
3. Καταγραφή σε video και φωτογραφίες της ροής από τα στόμια διάχυσης, με χρήση φθορίζουσας βαφής, και έλεγχος της απουσίας ροής από κλειστές ανθρωποθυρίδες και θυρίδες απόληξης.

#### **Ι. Εγκιβωτισμός και θωράκιση του αγωγού**

Η τοποθέτηση του υλικού εγκιβωτισμού των σωλήνων, θα γίνεται με τρόπο που θα εξασφαλίζει την πλήρη κάλυψη του αγωγού, χωρίς κενά ή κοιλοότητες.

Σε περίπτωση που εξαιτίας του μεγάλου μήκους της κατασκευαζόμενης σωληνογραμμής, η εργασία πόντισης απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα (κατά το οποίο ενδέχεται να εμφανιστούν καιρικές συνθήκες με κυματισμούς υψηλής ενέργειας), προτείνεται η εκτέλεση της εργασίας εγκιβωτισμού να γίνεται σταδιακά, αμέσως μετά τη σύνδεση κάθε τεμαχίου στη σωληνογραμμή. Στην περίπτωση αυτή, το τεμάχιο σωλήνα δεν θα απελευθερώνεται από το πλαισιωτό ικρίωμα, παρά μόνο όταν έχει καλυφθεί από το υλικό εγκιβωτισμού, εκτός από τα κενά που απαιτούνται για την αφαίρεση των ιμάντων ανάρτησης που συγκρατούν την κάτω παρειά του σωλήνα. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την απρόσκοπτη εκτέλεση της γενικής υδραυλικής δοκιμής και την αποκατάσταση όσων συνδέσεων εμφανίσουν αστοχία ή διαρροή.

Ο εγκιβωτισμός του αγωγού στο όρυγμα θα γίνεται με λεπτόκοκκο υλικό των ίδιων χαρακτηριστικών με αυτό που χρησιμοποιείται στη στρώση έδρασης. Η επικάλυψη γίνεται μέχρι ύψους 0,20 m τουλάχιστον υπεράνω της άντυγος του αγωγού. Πάνω από την ζώνη αυτή θα γίνεται επίχωση με αμμοχάλικο ή βυθοκορήματα μεγέθους κόκκου μικρότερου των 0,05 m, σύμφωνα με τις ΠΕΤΕΠ 09-03-01-00 "Εξυγίανση πυθμένα με αμμοχαλικώδη υλικά" και 09-04-02-00 "Υφαλες επίχωσης με κατάλληλα προϊόντα βυθοκορήσεων" αντίστοιχα.

Εάν προβλέπεται από τη μελέτη (π.χ. λόγω των επικρατουσών συνθηκών, όπως ρευμάτων, θραύσης κυματισμών κ.λπ.) θα γίνεται επικάλυψη με προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-07-04-00 "Προκατασκευασμένα στοιχεία από σπλισμένο σκυρόδεμα", ή θωράκιση με ογκολίθους, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-06-01-00 "Θωρακίσεις πρανών λιμενικών έργων και έργων προστασίας ακτών", σε κάθε δε περίπτωση σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην τεχνική μελέτη.

Στα τμήματα 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 "Υποθαλάσσια διάστρωση γεωύφασμάτων", και τελική προστασία με φυσικούς ογκολίθους, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-06-01-00 "Θωρακίσεις πρανών λιμενικών έργων και έργων προστασίας ακτών". Εναλλακτικά, μπορεί να προβλέπεται αγκύρωση του αγωγού στον πυθμένα με πλάκες ή αγκύρια από σκυρόδεμα, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 09-07-04-00 "Προκατασκευασμένα στοιχεία από σπλισμένο σκυρόδεμα" ή συρματοκιβώτια, σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 08-02-01-00 "Προστασία κοίτης και πρανών με συρματοκιβώτια (Serasanetti)", κ.λπ. Σε κάθε περίπτωση, τα μέσα συγκράτησης και αγκύρωσης του αγωγού ορίζονται στην τεχνική μελέτη.

#### 4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

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 συναρμολόγησης του αγωγού.

#### 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 του 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 θα επιμετρώνται ανά χιλιόγραμμο βάρους, και ανάλογα με το υλικό της κατασκευής.

Στις παραπάνω 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 εγκιβωτισμού (έδραση, επικάλυψη και θωράκιση) και προστασίας από διάβρωση (αναβολείς διάβρωσης ή καθοδική προστασία) του αγωγού επιμετρώνται ιδιαίτερα και δεν περιλαμβάνονται στις ως άνω τιμές μονάδας.

