

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-17-01-00:2009

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Υποθαλάσσιοι χαλύβδινοι αγωγοί

Underwater pipeline systems with steel pipes

Κλάση τιμολόγησης: 8

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-17-01-00 «**Υποθαλάσσιοι χαλύβδινοι αγωγοί**» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2^{ης} Ομάδας Διοίκησης Έργου (2^η ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-17-01-00, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ Ε της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», τη γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

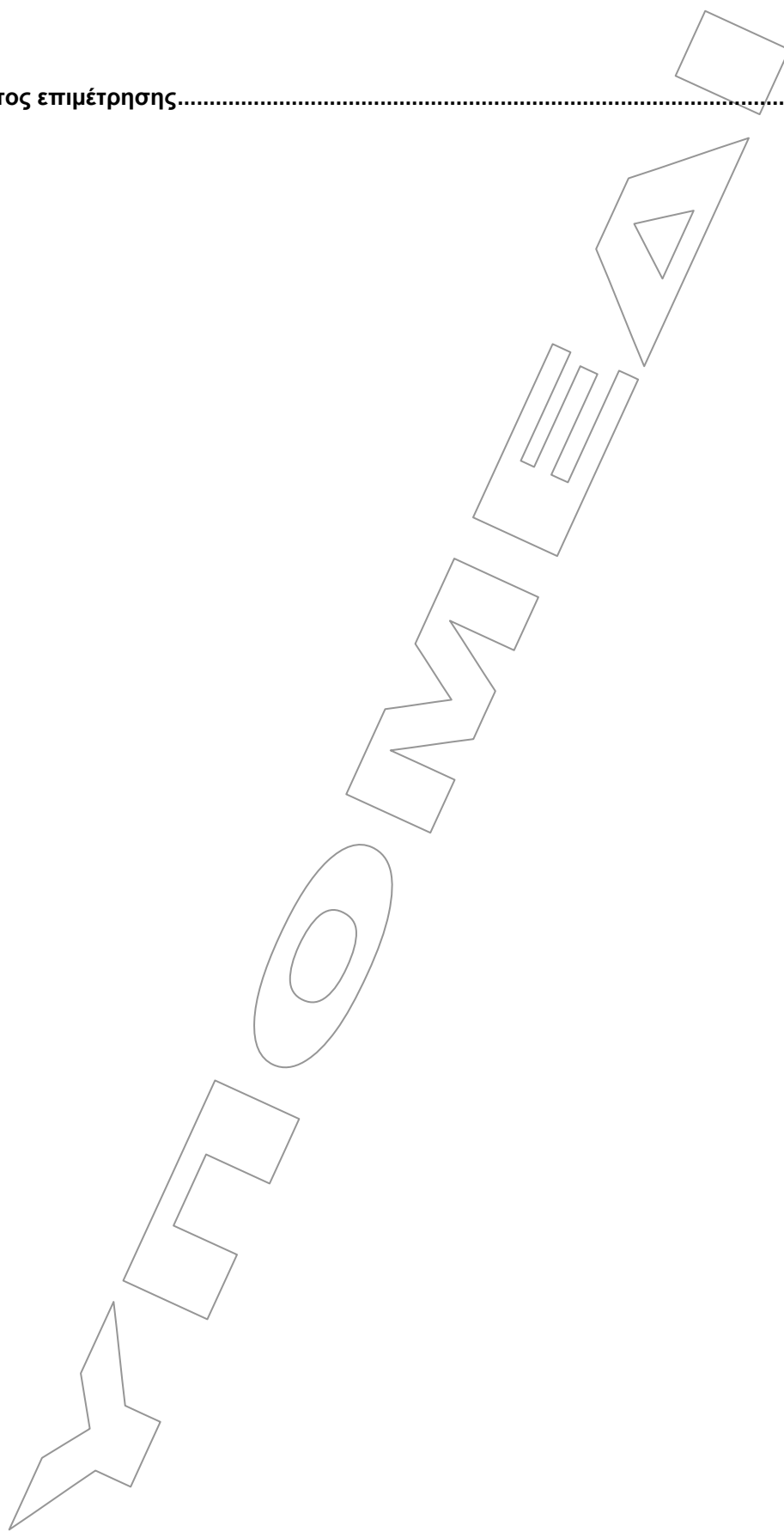
Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-17-01-00 εγκρίθηκε την 23^η Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	5
1 Αντικείμενο	7
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	7
3 Όροι και ορισμοί	8
4 Απαιτήσεις.....	8
4.1 Σκυρόδεμα	9
4.2 Σιδηροπλισμός.....	10
4.3 Φλαντζωτές συνδέσεις του αγωγού	10
4.4 Υδρογραφικές αποτυπώσεις.....	10
4.5 Μελέτη καθέλκυσης, έλξης και πόντισης του αγωγού	11
5 Κατασκευή, εγκατάσταση και σύνδεση.....	12
5.1 Διαμόρφωση εργοταξιακού χώρου	12
5.2 Προετοιμασία περιοχής έδρασης του αγωγού.....	12
5.3 Κατασκευή σωλήνων στο εργοστάσιο.....	13
5.4 Μεταφορά και αποθήκευση σωλήνων και λοιπών υλικών	13
5.5 Συγκόλληση και προετοιμασία σωλήνων στο εργοτάξιο.....	13
5.6 Αντιδιαβρωτική – μονωτική επένδυση συνδέσεων του αγωγού στο εργοτάξιο	14
5.7 Καθοδική προστασία του αγωγού	15
5.8 Ερματισμός συνεχούς έρματος με μανδύα σκυροδέματος	16
5.9 Καθέλκυση και πλεύση του αγωγού	17
5.10 Πόντιση του αγωγού	18
5.11 Επικάλυψη και θωράκιση του αγωγού.....	19
6 Έλεγχοι και Δοκιμές	20
6.1 Έλεγχοι περαιωμένης εργασίας	20
6.2 Δοκιμασίες στεγανότητας σε εσωτερική πίεση.....	20
6.3 Υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού	20
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος	21

8

Τρόπος επιμέτρησης.....21



Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εντάσσεται στη σειρά των Π.Ε.Τ.Ε.Π που έχουν προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και οι οποίες πρόκειται να εφαρμοστούν στην κατασκευή των δημοσίων τεχνικών έργων στην χώρα, με σκοπό την παραγωγή έργων άριτων και ικανών να ανταποκριθούν και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που υπέδειξαν την κατασκευή τους και να αποβούν επωφελή για το κοινωνικό σύνολο.

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



Υποθαλάσσιοι χαλύβδινοι αγωγοί

1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στην κατασκευή υποθαλάσσιων δικτύων σωληνώσεων από χαλυβδοσωλήνες.

Στο αντικείμενο των εργασιών περιλαμβάνονται τα ενσωματούμενα υλικά και οι εργασίες μεταφοράς των σωλήνων και λοιπών υλικών επιτόπου του έργου, συνδέσεων σωλήνων και συναρμολόγησης του αγωγού, επένδυσης του αγωγού με αντιδιαβρωτική προστασία, επένδυσης του αγωγού με σκυρόδεμα βάρους, τοποθέτηση καθοδικής προστασίας των χαλυβδοσωλήνων, 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 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή στο παρόν όταν θα ενσωματωθούν σε αυτό, με τροποποίηση ή αναθεώρησή του. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ΕΛΟΤ EN 197-1	Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα. Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements
ΕΛΟΤ EN 1008	Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού, συμπεριλαμβανομένου του νερού που ανακτάται από διεργασίες στη βιομηχανία σκυροδέματος, για τη χρήση του ως νερό ανάμιξης σκυροδέματος 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
ΕΛΟΤ EN 12350-2	Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 2: Δοκιμή καθίζησης Testing fresh concrete - Part 2: Slump test
ΕΛΟΤ EN 934-2	Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling

ΕΛΟΤ 1421-3	Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος – Συγκολλησιμοι χάλυβες – Μέρος 3 : Τεχνική κατηγορία B500C. Steel for the reinforcement of concrete – Weldable reinforcing steel – Part 3 : Technical class B500C.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-02-01-00	Συρματοκιβώτια προστασίας κοίτης, πρανών και επιχωμάτων (Serasanetti) -- Wire-mesh gabions for slope, river bed and embankment
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00	Δίκτυα από χαλυβδοσωλήνες -- Steel pipe networks
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-02-01-01	Υποθαλάσσιες εκσκαφές χωρίς χρήση εκρηκτικών υλών -- Sea-bed dredging
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-02-01-02	Υποθαλάσσιες εκσκαφές με χρήση εκρηκτικών υλών -- Sea-bed rock excavations using explosives
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-01-00	Εξυγίανση θαλασσίου πυθμένα με αμμοχαλικώδη υλικά -- Sea-bed improvement with sand and gravel
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-03-00	Υποθαλάσσια Διάστρωση Γεωϋφασμάτων -- Underwater laying of geotextiles
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-04-02-00	Ύφαλες επιχώσεις με κατάλληλα προϊόντα βυθοκορήσεων -- Underwater embankments with suitable sea bed excavation
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-06-01-00	Θωρακίσεις πρανών λιμενικών έργων και έργων προστασίας ακτών -- Rip-rap armouring of breakwaters and shore protection structures
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-07-04-00	Προκατασκευασμένα στοιχεία λιμενικών και θαλασσίων έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα -- Precast concrete elements for marine structures
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-19-01-00	Μέτρα υγείας – Ασφάλειας και απαιτήσεις περιβαλλοντικής προστασίας κατά την κατασκευή λιμενικών έργων -- Health - Safety and Environmental Protection requirements for marine works

3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα προδιαγραφή δεν χρησιμοποιούνται ιδιαίτεροι όροι και ορισμοί

4 Απαιτήσεις

Τα υλικά που ενσωματώνονται στα δίκτυα σωληνώσεων από χαλυβδοσωλήνες είναι:

- Χαλυβδοσωλήνες.
- Ειδικά τεμάχια σωλήνων (βιομηχανικής παραγωγής).
- Επένδυσης του αγωγού με συνεχή μανδύα από σκυρόδεμα.
- Οπλισμός της επένδυσης του αγωγού από γαλβανισμένο συρματοπλέγμα ηλεκτροσυγκολλητό.
- Γαλβανισμένοι κοχλίες και περικόχλια από χάλυβα.
- Φλάντζες και ελαστικοί δακτύλιοι των φλαντζωτών συνδέσεων.

4.1 Σκυρόδεμα

Για το χρησιμοποιούμενο σκυρόδεμα έχουν εφαρμογή οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- Το σκυρόδεμα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των προκατασκευασμένων στοιχείων μπορεί να είναι:
 - α) έτοιμο εργοταξιακό σκυρόδεμα μικρών έργων (κατά τα αναφερόμενα του ΚΤΣ),
 - β) έτοιμο εργοστασιακό σκυρόδεμα (κατά τα αναφερόμενα 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. Το σκυρόδεμα των προκατασκευασμένων στοιχείων θα είναι κατηγορίας C25/30 ή ανώτερης.
- Το τσιμέντο θα πληροί τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 197-1 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. 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 (≈ 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/m³ (500 kg/m³).
- 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 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 Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1008. Απαγορεύεται η χρήση θαλασσινού νερού για την παρασκευή και συντήρηση του σκυροδέματος.
- Ο μέγιστος κόκκος αδρανών του μίγματος που θα χρησιμοποιηθεί για το σκυρόδεμα επένδυσης του αγωγού δεν θα πρέπει να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 15 mm.
- Η κάθιση του σκυροδέματος (slump), μετρούμενη κατά ΕΛΟΤ EN 12350-2 θα πρέπει να είναι κατάλληλη για τις τοπικές συνθήκες (πυκνότητα οπλισμού, διαστάσεις κλπ.), γενικά όμως θα χρησιμοποιείται σκυρόδεμα 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 δοκιμών 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 του ΚΤΣ και του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 934. 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 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 θα καθορίζεται από την μελέτη συνθέσεως.
- Συνιστάται η προστασία του οπλισμού με χρήση αναβολέων διάβρωσης (ενδεικτικά αναφέρονται αυτοί με βάση το νιτρώδες ασβέστιο σε αναλογία 15lt/m^3) ή σύστημα καθοδικής προστασίας.

4.2 Σιδηροπλισμός

Για τον οπλισμό έχουν εφαρμογή οι ακόλουθες απαιτήσεις:

- Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση οπλισμών κατασκευασμένων με την μέθοδο δεσμίδων (έλαση δεσμίδων από 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 από ακαθαρσίες, λίπη και σκουριά πριν από τη χρήση του. Η κάμψη του σιδήρου των διαμέτρων μέχρι 25 mm θα γίνεται πάντοτε εν ψυχρώ και ποτέ εν θερμό. Για διατομές μεγαλύτερες των 25 mm επιτρέπεται η εν θερμό κάμψη του σιδήρου.
- Ο κύριος του έργου έχει δικαίωμα να υποχρεώσει τον ανάδοχο να προβεί σε έλεγχο της ποιότητας του σιδηροπλισμού, ο οποίος θα γίνει σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3.
- Θα χρησιμοποιηθεί χάλυβας B500C, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ 1421-3, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από την μελέτη του έργου.

4.3 Φλαντζωτές συνδέσεις του αγωγού

Οι φλάντζες θα είναι χαλύβδινες, σφυρήλατες ή πρεσαριστές με κατεργασμένα άκρα (φρέζα). Το προς συγκόλληση άκρο της φλάντζας πρέπει να έχει υποστεί μηχανική κατεργασία, και να είναι παράλληλο με την επιφάνεια σύνδεσης με απόκλιση έως 1° (μία μοίρα). Οι φλάντζες θα φέρουν τυπωμένες στην εξωτερική περίμετρο της στεφάνης τις εξής πληροφορίες: Εμπορικό σήμα του κατασκευαστή, Ονομαστική διάμετρο, Εξωτερική διάμετρο του σωλήνα, ονομαστική πίεση, Υλικό και Πρότυπο αναφοράς (EN, DIN, κ.λπ.).

Ο κατασκευαστής των φλαντζών οφείλει να εκδώσει πιστοποιητικά με τα αποτελέσματα των απαιτούμενων ελέγχων και δοκιμών (χημική σύσταση, δοκιμή εφελκυσμού στο βασικό μέταλλο, δοκιμή πλάτυνσης, υδραυλική δοκιμή, έλεγχος διαστάσεων, έλεγχος των άκρων της φλάντζας με μη καταστροφική μέθοδο, έλεγχος απόκλισης από την κυκλική διατομή, οπτικός έλεγχος). Τα πιστοποιητικά αυτά θα ενσωματώνονται στα σχετικά πρωτόκολλα παραλαβής του έργου. Η αντιστοιχία μεταξύ της σήμανσης των φλαντζών και των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών ελέγχων πρέπει να είναι πλήρης.

Σε όλες τις φλαντζωτές συνδέσεις προβλέπονται στεγαντοποιητικά παρεμβύσματα. Τα παρεμβύσματα αυτά θα κεντρώνονται με ακρίβεια για να μην περιορίζουν την ελεύθερη διατομή των αγωγών. Οι κοχλίες και τα περικόχλια είναι επικαδμιωμένα.

Πριν την εγκατάσταση όλοι οι κοχλίες επαλείφονται με γράσο βάσης γραφίτη ή άλλο παρόμοιο μέσο. Οι κοχλίες δεν θα εξέρχουν από το περικόχλιο περισσότερο από δύο βήματα ελικώσεως. Δεν γίνονται αποδεκτοί κοχλίες με κοντά στελέχη, τα οποία δεν εξέρχονται του περικοχλίου.

Υποθαλάσσιες φλαντζωτές συνδέσεις επιτρέπονται μόνο στις θέσεις που προβλέπονται στα σχέδια της μελέτης, και θα εκτελούνται με τις διαδικασίες που θα εγκρίνει ο κύριος του έργου μετά από σχετική πρόταση του αναδόχου.

4.4 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 εγκριθούν από τον κύριο του έργου.

Πριν την εγκατάσταση του αγωγού, θα εκτελεστεί 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 τον κύριο του έργου πριν την έναρξη της κατασκευής.

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

4.5 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:

- α) 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 ή επί πλωτού μέσου αγκυροβολημένου στα ανοιχτά, 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.
- β) 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 στον κύριο του έργου, 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.

5 Κατασκευή, εγκατάσταση και σύνδεση

5.1 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 κλπ.). 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 κ.λπ.) στη θάλασσα.

5.2 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 τάφο 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 τσιμεντοστρώματα 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 προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-02-01-00 ή , ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-02-02-00 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 προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-01-00.

5.3 Κατασκευή σωλήνων στο εργοστάσιο

Για τους χαλυβδοσωλήνες ισχύουν τα αναφερόμενα στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00.

5.4 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 ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00.

5.5 Συγκόλληση και προετοιμασία σωλήνων στο εργοτάξιο

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:

- 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.
- 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 θα τοποθετούνται στον αγωγό είτε στην ακτή πριν την καθέλκυσή του, είτε κατά την επίπλευσή του από πλωτή φορτηγίδα.

Η σύνδεση των σωλήνων γίνεται με ηλεκτροσυγκόλληση, άκρο προς άκρο σωλήνα (butt welding). Τα άκρα των σωλήνων που θα συγκολληθούν πρέπει να είναι λοξομημένα (εξωτερικά).

Για την έναρξη των εργασιών συγκολλήσεων απαιτείται τεκμηρίωση της μεθόδου συγκόλλησης και έγκρισή της από τον κύριο του έργου. Κάθε ηλεκτροσυγκολλητής που πρόκειται να απασχοληθεί στο έργο υπόκειται υποχρεωτικά σε αξιολόγηση της εμπειρίας του με σχετική δοκιμασία ελέγχου προσόντων, παρουσία του κυρίου του έργου, με βάση τα αποτελέσματα της οποίας επιτρέπεται η συμμετοχή του στη διαδικασία των συγκολλήσεων. Ο ανάδοχος έχει υποχρέωση να ετοιμάσει δείγματα του σωλήνα, να προμηθεύσει τα υλικά συγκολλήσεων και να διαθέσει τον εξοπλισμό και τους ηλεκτροσυγκολλητές, καθώς και συσκευή κάμψεων και δοκιμής εφελκυσμού για την εκτέλεση καταστροφικών δοκιμών συγκολλήσεων.

Οι συγκολλήσεις θα γίνονται με ειδικά ηλεκτρόδια κατάλληλα για το σκοπό που προορίζονται. Ο ανάδοχος οφείλει να ενημερώσει εγγράφως τον κύριο του έργου για την ποιότητα, το εργοστάσιο προέλευσης και τα χαρακτηριστικά των ηλεκτροδίων που θα χρησιμοποιηθούν.

Πριν από την έναρξη της ηλεκτροσυγκόλλησης θα γίνεται πλήρης καθαρισμός των επιφανειών που θα συγκολληθούν, ώστε να παρουσιαστεί η επιφάνεια του μετάλλου στιλπνή και απόλυτα καθαρή.

Η ηλεκτροσυγκόλληση θα γίνεται με τον αναγκαίο αριθμό στρώσεων, ανάλογα με το πάχος του ελάσματος και τη μορφή του αρμού, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση των ελασμάτων.

Η ευθυγράμμιση των προς συγκόλληση σωλήνων θα γίνεται με ειδικά εξαρτήματα ("κοκοράκια"), ώστε να ελαχιστοποιούνται οι αποκλίσεις και να αποφεύγονται ανεπιθύμητες τάσεις, και θα δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη συγκόλληση κάτω από τα εξαρτήματα ευθυγράμμισης. Οι συσκευές ευθυγράμμισης θα παραμένουν στη θέση τους μέχρι να στηριχθούν επαρκώς οι σωλήνες.

Μετά το πέρας εκάστης συγκόλλησης θα γίνεται λεπτομερής οπτικός έλεγχος και έλεγχος με φορητή συσκευή υπερήχων (ultra sonic test) καθώς και ραδιογραφικός έλεγχος σε ποσοστό 10% του συνολικού μήκους των ηλεκτροσυγκολλήσεων, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00. Οι προϋποθέσεις του γραφείου που διενεργεί τους προαναφερόμενους ελέγχους αναφέρονται επίσης στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00. Μπορεί η μελέτη να προβλέπει έλεγχο και μεγαλύτερου ποσοστού και έως και 100% ανάλογα με τη σπουδαιότητα – κίνδυνο διαρροής (π.χ. γκάζι).

Σε περίπτωση που διαπιστωθεί ανωμαλία ή αστοχία στη συγκόλληση, αυτή θα επισκευάζεται και επανελέγχεται σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία, με δαπάνη του αναδόχου. Τα κριτήρια ποιοτικής αποδοχής των συγκολλήσεων αναφέρονται στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00.

Τυχόν απαιτούμενες κοπές σωλήνων θα γίνονται μόνο με κατάλληλες συσκευές φλογοκοπής ("βαποράκια"). Σε τεμάχια σωλήνων που έχουν προκύψει από φλογοκοπή ή σε τεμάχια που προορίζονται για επανασυγκόλληση, θα γίνεται υποχρεωτικά έλεγχος με υπερήχους σε απόσταση τουλάχιστον 0,025 m από το άκρο τους.

5.6 Αντιδιαβρωτική – μονωτική επένδυση συνδέσεων του αγωγού στο εργοτάξιο

Ο αγωγός στις περιοχές των περιφερειακών συγκολλήσεων, και όπου αλλού τυχόν έχει τραυματισθεί η εργοστασιακή επένδυση, θα καθαρίζεται και θα προπαρασκευάζεται για την εφαρμογή συνεχούς στρώσης αντιδιαβρωτικού - μονωτικού υλικού επένδυσης και περιτύλιξης, με την εξής διαδικασία:

- Η περιοχή σύνδεσης θα καθαρίζεται προσεκτικά από ρινίσματα επεξεργασίας, υπολείμματα φθαρμένης εργοστασιακής επένδυσης, λάδια, λάσπη, υγρασία ή άλλη ξένη ουσία. Ιδιαίτερη προσοχή θα δίνεται στον καθαρισμό των συγκολλήσεων από υποπροϊόντα της συγκόλλησης. Δεν επιτρέπεται η χρήση πετρελαιοειδών αποσταγμάτων (π.χ. κηροζίνη) για τον καθαρισμό. Εργοστασιακή επένδυση που έχει ζημιές, ρωγμές ή είναι θρυμματισμένη θα απομακρύνεται, και οι άκρες της υγιούς και καλά συνδεδεμένης με το σωλήνα επένδυσης θα διαμορφώνονται λοξές κατά το πάχος της αποτμήσεις, με χρήση κοπτικών εργαλείων ή περιστροφικών μηχανοκίνητων βουρτσών ή δίσκων με γυαλόχαρτο.
- Μετά τις προπαρασκευαστικές εργασίες, θα γίνεται αστάρωμα (priming) τύπου ταχείας ξήρανσης με βάση εποξειδικό υλικό. Δεν επιτρέπεται η χρήση ασταριού (primer) που έχει ρυπανθεί με ξένες ουσίες ή που έχει γίνει παχύρρευστο λόγω εξάτμισης. Η επάλειψη θα γίνεται έτσι ώστε να δημιουργείται μία όσο το δυνατόν ομοιόμορφη επιφάνεια. Μετά την εφαρμογή, η ασταρωμένη επιφάνεια δεν θα παρουσιάζει περίσσεια υλικού, ασυνέχειες ή ακάλυπτα σημεία. Το αστάρι θα αφεθεί να στεγνώσει επαρκώς πριν την εφαρμογή της επένδυσης. Αστάρωμα δεν θα γίνεται κατά τη διάρκεια βροχόπτωσης ή όταν η επιφάνεια του σωλήνα είναι υγρή. Σε περίπτωση που το αστάρι αλλοιωθεί ή αδρανοποιηθεί, θα γίνεται επάλειψη του σωλήνα εκ νέου. Το υλικό ασταρώματος μπορεί να είναι (ενδεικτικά) ελαστικό βουτύλιο και μη σαπουνοποιημένες ρητίνες σε αλκοόλη πετρελαίου. Τα δοχεία του ασταριού θα παραμένουν κλειστά, ώστε να αποφεύγεται η είσοδος νερού και ρύπων ή η απώλεια διαλυτικού.
- Η εφαρμογή της αντιδιαβρωτικής - μονωτικής επένδυσης θα γίνεται σε καθαρή επιφάνεια ασταριού, η οποία έχει στεγνώσει αλλά δεν έχει ξηρανθεί. Σε καμία περίπτωση η επένδυση της σύνδεσης δεν μπορεί

να έχει πάχος μικρότερο από εκείνο της εργοστασιακής επένδυσης. Το υλικό της επένδυσης πρέπει να προστατεύεται, ώστε να μην υποστεί διάτρηση κατά την εφαρμογή του μανδύα σκυροδέματος.

Το υλικό αποκατάστασης της επένδυσης μπορεί να αποτελείται (ενδεικτικά) από ταινία σε τρεις επάλληλες στρώσεις, από τις οποίες η ενδιάμεση από σταθεροποιημένο πολυαιθυλένιο και οι εξωτερικές από ελαστικό βουτύλιο. Το υλικό επένδυσης θα αποθηκεύεται σε προστατευμένους χώρους, ώστε να αποφεύγονται οι ζημιές και αλλοιώσεις, και θα μεταφέρεται κατά τρόπο ώστε να μην προκαλούνται ζημιές στα δέματα. Τυχόν ποσότητες του υλικού αυτού εμφανίζουν ενδείξεις αλλοίωσης, οφειλόμενες σε έκθεση στις καιρικές συνθήκες ή άλλες αιτίες θα απορρίπτονται.

Οι επισκευές ζημιών της εργοστασιακής επένδυσης στο εργοτάξιο, θα επιθεωρούνται με συσκευή ανίχνευσης ασυνεχειών (holiday detector), αποδεκτή από τον κύριο του έργου. Επίσης, θα γίνεται μέτρηση και καταγραφή του συνολικού πάχους της ξηράς μεμβράνης σε διάφορες θέσεις κατά μήκος του αγωγού, όπως οριστεί από τον κύριο του έργου.

Όλες οι περιοχές σύνδεσης θα επιθεωρηθούν από τον κύριο του έργου, πριν προχωρήσουν οι εργασίες τοποθέτησης του μεταλλότυπου σκυροδέτησης του μανδύα (έρματος) του αγωγού.

5.7 Καθοδική προστασία του αγωγού

Ο ανάδοχος θα υποβάλει στον κύριο του έργου για έγκριση μελέτη του συστήματος καθοδικής προστασίας του αγωγού και της διαδικασίας τοποθέτησής του. Στη μελέτη αυτή θα περιλαμβάνονται και οι προδιαγραφές των υλικών και οι οδηγίες τοποθέτησης από τον προμηθευτή του συστήματος. Ο ανάδοχος έχει υποχρέωση να προστατεύει όλα τα στοιχεία καθοδικής προστασίας έναντι ζημιάς, ενώ κάθε ζημία σε αυτά θα αναφέρεται στον κύριο του έργου, μαζί με τις προτεινόμενες διαδικασίες επισκευής τους. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής συστήματος καθοδικής προστασίας είτε με αναλίσκόμενες ανόδους, είτε με επιβαλλόμενη τάση.

5.7.1 Σύστημα καθοδικής προστασίας με αναλίσκόμενες ανοδικούς δακτυλίους

Σε περίπτωση συστήματος με αναλίσκόμενες ανόδους, θα περιλαμβάνονται γαλβανικές άνοδοι, σε μορφή δακτυλίου, και τα απαραίτητα εξαρτήματα (οδηγοί, καλώδια, σύρματα κ.λπ.). Τα υλικά των ανόδων θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης και κατασκευασμένα σύμφωνα με ένα διεθνώς αναγνωρισμένο κανονισμό ή πρότυπο. Οι άνοδοι θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά παραγωγής, στα οποία θα δηλώνεται ο κατασκευαστής, η σύνθεση του κράματος και η μέθοδος ανάλυσης, καθώς και οδηγίες τοποθέτησης και λοιπές σχετικές πληροφορίες.

Οι άνοδοι πρέπει να έχουν τραχύ τελείωμα τύπου καλουπιού χυτηρίου, να είναι χωρίς οξείες ακμές ή άλλες επιφανειακές προεξοχές, απολεπιδώσεις, παραθέσεις εν ψυχρώ, επιφανειακή σκουριά ή υπερβολική επιφανειακή λάμψη.

Η τοποθέτηση των ανοδικών δακτυλίων θα γίνεται με στερέωση στον αγωγό, επάνω από την αντιδιαβρωτική επένδυση, μόνο στην ξηρά, υπό ελεγχόμενες συνθήκες εργοταξίου. Θα εφαρμόζονται σφιχτά γύρω από τον αγωγό, ώστε να εξασφαλίζονται από περιστροφή. Οι αγωγοί σύνδεσης των ανόδων θα συγκολλούνται στο σωλήνα θερμικά (caldweld).

Κάθε ανοδικός δακτύλιος θα φωτογραφίζεται πριν την καθέλκυση του αγωγού ή των συναρμολογημένων τμημάτων του και οι φωτογραφίες αυτές θα καταχωρούνται στο αρχείο του έργου.

Η ηλεκτρική συνέχεια ανάμεσα στην άνοδο και το σωλήνα θα ελέγχεται πριν την έγχυση του σκυροδέματος της επένδυσης βάρους του αγωγού. Το πλέγμα του σπλισμού της επένδυσης θα κόβεται σε απόσταση 25 mm εκατέρωθεν του ανοδικού δακτυλίου, ώστε να εμποδίζεται η μεταξύ τους επαφή.

Ο ανάδοχος θα υποβάλλει στον κύριο του έργου εγχειρίδιο λειτουργίας του συστήματος και οδηγίες για μελλοντικούς ελέγχους κατά την ωφέλιμη διάρκεια ζωής του έργου. Επίσης θα προμηθεύσει όλα τα απαραίτητα όργανα ελέγχου και εξοπλισμό για τις δοκιμές του συστήματος καθοδικής προστασίας μετά την εφαρμογή της, και κατ' ελάχιστον ένα σύνθετο βολτόμετρο / αμπερόμετρο, ένα ψηφιακό πολύμετρο ξηρού στοιχείου, δύο ηλεκτρόδια αναφοράς αργύρου - χλωριούχου αργύρου και ένα τύμπανο μονωμένου καλωδίου χαλκού. Οι τύποι και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οργάνων αυτών θα εγκριθούν από τον κύριο του έργου.

5.7.2 Σύστημα καθοδικής προστασίας με επιβαλλόμενη τάση

Το σύστημα καθοδικής προστασίας με επιβαλλόμενη τάση αποτελείται κατ' ελάχιστον από τα εξής μέρη:

- Δύο τουλάχιστον (για περίπτωση ανάγκης) μετασχηματιστές/ ανορθωτές, με τους αντίστοιχους πίνακες ασφαλειών και διανομής.
- Οι μετασχηματιστές/ ανορθωτές θα συνδέονται με το δίκτυο και θα είναι κατάλληλου τύπου για εξωτερική εγκατάσταση. Η ρύθμιση των μετασχηματιστών/ ανορθωτών θα γίνεται κατά βαθμίδες.
- Τον αριθμό ανόδων που προκύπτει από τους υπολογισμούς. Οι άνοδοι θα συνδέονται σε παράλληλη διάταξη με την πηγή συνεχούς τάσης και θα τοποθετούνται σε υλικό χαμηλής ειδικής αντίστασης (εδάφος). Ο υπολογισμός του απαιτούμενου αριθμού των ανόδων γίνεται με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ειδικής αντίστασης του περιβάλλοντος εγκατάστασης των ανόδων.
- Τα υλικά των ανόδων (ενδεικτικά: platinized titanium, high silicon iron: επιλευκοχρυσωμένο τιτάνιο, σίδηρος υψηλής περιεκτικότητας σε πυρίτιο) θα είναι κατάλληλα για το χρόνο ζωής του έργου και θα διαστασιολογούνται ώστε να μην υπερφορτίζονται. Είναι υποχρεωτική η πλήρης τεκμηρίωση για το προτεινόμενο υλικό των ανόδων, η οποία θα υποστηρίζεται τουλάχιστον με βιβλιογραφικές αναφορές και από στοιχεία άλλων παρόμοιων έργων με ισοδύναμο χρόνο ζωής.
- Καλώδια, κατάλληλα διαστασιολογημένα για το απορροφούμενο ρεύμα, ώστε να μην παρουσιάζονται υπερβολικές πτώσεις τάσης. Τα καλώδια θα είναι χάλκινα με κατάλληλη επένδυση για θαλάσσιο περιβάλλον. Όλες οι συνδέσεις θα είναι θερμωσυσκολλημένες, εκτός από τις περιπτώσεις που προβλέπονται μελλοντικές αποσυνδέσεις για συντήρηση και αντικατάσταση.
- Όργανα ελέγχου της αποτελεσματικότητας του συστήματος για εκτέλεση δοκιμών και ελέγχων με βάση στοιχεία αναφοράς, τα οποία θα τοποθετηθούν υπό την επιφάνεια της θάλασσας.

Η σχεδίαση των εξαρτημάτων και των οργάνων του συστήματος θα γίνει σύμφωνα με τους κανονισμούς ασφαλείας των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούνται. Οι άνοδοι θα τοποθετούνται σε ικανό βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και τα καλώδια θα είναι καλά μονωμένα και προστατευμένα στο χώρο μεταξύ των ανόδων και της επιφάνειας του εδάφους.

5.8 Ερματισμός συνεχούς έρματος με 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.

Ο μανδύας ερματισμού του αγωγού είναι συνεχής και κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα με διαστάσεις, που καθορίζονται στη μελέτη, ανάλογα με τη διάμετρο του αγωγού και το βαθμό προστασίας που απαιτείται.

Το εάν απαιτείται εγκιβωτισμός με μανδύα σκυροδέματος θα καθορίζεται από τη μελέτη.

5.8.1 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, περιλαμβανομένων 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 συμπαγές 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 πισσόχαρτο ή ξύλο.

5.8.2 Μεταφορά ερματισμένων σωλήνων

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

5.8.3 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.
- δ) Για μεγαλύτερης κλίμακας βλάβες ο κύριος του έργου 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 τον κύριο του έργου 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 m² και το βάθος μικρότερο από το 25% του πάχους. Αν η επιφάνεια είναι μέχρι 0,30 m² μπορεί να επισκευασθεί με επιτόπου επιδιόρθωση με το χέρι. Αν η βλάβη επεκτείνεται σε επιφάνεια > 0,30 m², 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 οπλισμός (εάν έχει επηρεασθεί), θα δημιουργείται διατμητική εσοχή στο υφιστάμενο σκυρόδεμα, θα βρέχεται η επιφάνεια και θα σκυροδετείτε μέχρι την τελική επιφάνεια με σκυρόδεμα βάρους, πυκνότητας και αντοχής, όπως το υφιστάμενο.

5.9 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 φλάντζων 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:

- α) 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.

- β) 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.
- γ) 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.
- δ) Ελέγχεται η επίπλευση του αγωγού που πρόκειται να ποντιστεί, με χρήση κατάλληλου εξοπλισμού (πλωτοί γερανοί, φορτηγίδες, 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 κυλούν 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 καμπτικών 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 ναυδέντων (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.).

5.10 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 καμπύλωσής 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:

- α) 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.
- β) Ο αέρας δεν εγκλωβίζεται στον αγωγό, προκαλώντας κάμψη της γραμμής μεταξύ της περιοχής εισόδου του νερού και του πέρατος της γραμμής.
- γ) 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 φορηγίδα (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 κλίνη βύθισης του ερματισμένου αγωγού. Η κλίνη 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 δυνάμεων 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.

5.11 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 ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-01-00 και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-04-02-00 αντίστοιχα.

Αναλόγως των επικρατούσων συνθηκών (ρευμάτων, θραύσης κυματισμών κλπ.) γίνεται επικάλυψη με προκατασκευασμένες πλάκες σκυροδέματος, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-07-04-00, ή θωράκιση με ογκολίθους, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-06-01-00, 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 ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-03-03-00, και τελική προστασία με φυσικούς ογκολίθους, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-06-01-00.

Εναλλακτικά, μπορεί να προβλέπεται αγκύρωση του αγωγού στον πυθμένα με πλάκες ή αγκύρια από σκυρόδεμα, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-07-04-00 ή συρματοκιβώτια, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-02-01-00, κ.λπ. Σε κάθε περίπτωση θα εφαρμόζονται τα μέσα συγκράτησης και αγκύρωσης του αγωγού που προβλέπονται στην τεχνική μελέτη.

6 Έλεγχοι και Δοκιμές

6.1 Έλεγχοι περαιωμένης εργασίας

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.

Μετά την πόντιση του αγωγού, με μέριμνα του κυρίου του έργου θα ενημερώνεται η Υδρογραφική Υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού για την σχετική ενημέρωση των ναυτικών χαρτών..

6.2 Δοκιμασίες στεγανότητας σε εσωτερική πίεση

Μετά την ολοκλήρωση κάθε τμήματος συγκολλημένων σωλήνων ("καλάμι"), και πριν την καθέλκυσή του, θα διενεργούνται στο εργοτάξιο δοκιμασίες στεγανότητας σε εσωτερική υδραυλική πίεση, που συνίστανται στην προδοκιμασία και την κυρίως δοκιμασία και καταρτίζονται πρωτόκολλα δοκιμασιών, όπως προβλέπεται στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00.

6.3 Υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού

Για τη γενική – τελική υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού ο ανάδοχος θα υποβάλει 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 του κυρίου του έργου.

Η υδραυλική δοκιμή του υποθαλάσσιου αγωγού θα γίνεται αφού ολοκληρωθεί η πόντιση και εγκατάσταση της σωληνογραμμής. Η σωληνογραμμή θα γεμίζει με κατάλληλη πιεστική διάταξη, με γλυκό νερό και εάν επιτραπεί από τον κύριο του έργου με θαλασσινό νερό με διάλυμα χρωστικής, και θα παραμένει γεμάτη για επαρκές χρονικό διάστημα πριν την έναρξη της δοκιμής. Η εξακρίβωση τυχόν διαρροών που προκύπτουν από την πτώση της πίεσης 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.

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 του κυρίου του έργου 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.
- Απαιτείται προσοχή ιδιαίτερα σε δοκιμή υψηλής πίεσης όπου μπορεί να απαιτηθεί μερική αγκύρωση της γραμμής.

7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

Απαιτείται η λήψη μέτρων ασφαλείας για το σύνολο των εργασιών διαμόρφωσης της σωληνογραμμής, όπως καθορίζεται στην Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-06-05-00. Επίσης, τα μέτρα ασφαλείας πρέπει να καλύπτουν τις εργασίες στη θάλασσα, σύμφωνα με την Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-09-19-01-00, και ειδικότερα σχετικά με τις παρακάτω δραστηριότητες:

- χρήση πλωτών μέσων και λειτουργία των μηχανημάτων,
- κινήσεις πλωτού εξοπλισμού, ώστε να μην παρακλωύεται η ναυσιπλοΐα ή η κίνηση άλλων σκαφών σε διαύλους στην περιοχή του έργου κλπ. 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, και τοποθέτηση φωτοσημαντήρα πέρατος του αγωγού.
- εξακρίβωση υφιστάμενων γραμμών μεταφοράς (αγωγών, καλωδίων κλπ.) 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.

8 Τρόπος επιμέτρησης

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 παραπάνω επιμετρούμενες εργασίες 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 (χέρσαία/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 (σώματα ή μανδύας σκυροδέματος) και οι εργασίες εγκιβωτισμού (επικάλυψη και θωράκιση) του αγωγού και καθοδικής προστασίας ή χρήση αναβολέων των οπλισμών σκυροδέματος επένδυσης επιμετρώνται ιδιαίτερα.