

Ε.Υ.Δ.Α.Π. Α.Ε.
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΡΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ
ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΗΣ Α.Ε.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΟΛΗΨΙΑΣ

ΕΡΓΟ:

**«ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗ
ΔΙΩΡΥΓΑ ΚΙΘΑΙΡΩΝΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΚΚΙΝΙ»**

ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: Ε-925

ΤΕΥΧΗ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΑΘΗΝΑ 2026

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΥΔΡΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ
ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΕΩΣ ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΗΣ ΑΕ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

ΕΡΓΟ: «ΕΡΓΟ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΩΡΥΓΑ
ΚΙΘΑΙΡΩΝΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΚΚΙΝΙ»

ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: E-925

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ: ΠΙΣΤΩΣΕΙΣ Εταιρείας Παγίων ΕΥΔΑΠ
από τον Προϋπολογισμό των ετών
2026, 2027 και 2028, σύμφωνα με την
υπ' αριθ. πρωτ. οικ. ΥΠΕΝ/Δ18/
117253/ 524/29.10.2024 Απόφαση του
Υπουργού Περιβάλλοντος και
Ενέργειας, κατ' εφαρμογή των
αναφερομένων στο άρθρο 18 του
Ν.5106/01.05.2024

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ: Συνολικής εκτιμώμενης αξίας είκοσι
(προ ΦΠΑ) πέντε εκατομμυρίων οκτακοσίων
εβδομήντα ενός χιλιάδων
εννιακοσίων εξήντα δύο ευρώ και
τριάντα τεσσάρων λεπτών
25.871.962,34€

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1. Εισαγωγή	1
2. Γενική διάταξη έργων	2
3. Αναλυτική περιγραφή των έργων	2
3.1 Νέοι οχετοί (με τη μέθοδο pipe jacking).....	2
3.2 Διαμήκη έργα καθοδήγησης	5
3.3 Περιμετρικές τάφροι	6
3.4 Εξωτερική στεγάνωση υδραγωγείου	6
3.5 Εσωτερική στεγάνωση υδραγωγείου	7
3.6 Η κατασκευή πασσαλότοιχων	9
3.7 Η γεωτεχνική έρευνα κατά τη φάση της κατασκευής (κατολίσθηση από Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080).....	9
3.8 Η ενόργανη παρακολούθηση κατά τη φάση της κατασκευής	10
3.9 Τα έργα προστασίας ορυγμάτων	10
4. Κατασκευαστικά στοιχεία των έργων	14
4.1 Υλικά σωλήνων	14
4.2 Επενδεδυμένα κανάλια και τάφροι	14
4.3 Σκάμμα στραγγιστηρίων	14
4.4 Φρέατα εισόδου – εξόδου	14
4.5 Φρεάτια απόληξης τάφρων	14
4.6 Φρεάτια στραγγιστηρίων	15
4.7 Έργα εξόδου	15
4.8 Επένδυση εξωτερικών παρειών υδραγωγείου	15
4.9 Επισκευή ρωγμών τοιχωμάτων	15
4.10 Σφράγιση και επισκευή αρμών	16
4.11 Υλικό μεμβράνης στεγανοποίησης	16
4.12 Σύστημα διαμήκους αγκύρωσης	18
4.13 Σύστημα αποχέτευσης	18
4.14 Περιμετρική αγκύρωση μόνωσης	19
4.15 Μέθοδος εγκατάστασης του συστήματος στεγανοποίησης	19
5. Προϋπολογισμός	21
6. Γενική Παρατήρηση	21

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1. Εισαγωγή

Αντικείμενο της εργολαβίας είναι η κατασκευή των απαιτούμενων τεχνικών έργων για τη διασφάλιση του υδραγωγείου του Μόρνου από φαινόμενα αστάθειας στην ευρύτερη περιοχή του Κοκκινίου, της Δ.Ε. Δερβενοχωρίων, του Δήμου Τανάγρας της Π.Ε. Βοιωτίας, από τη ΧΘ 4+015 έως ΧΘ 5+915.

Η περιοχή του έργου αφορά σε τμήμα του υδραγωγείου του Μόρνου μεταξύ των ΧΘ 4+015 και 5+915 (μετά την έξοδο της σήραγγας Κιθαρώνα), το οποίο βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή Κοκκινίου, κοντά στη Στεφάνη της Π.Ε. Βοιωτίας.

Στην περιοχή αυτή έχουν κατ' επανάληψη εκδηλωθεί κατολισθητικά φαινόμενα, τα οποία έχουν προκαλέσει ρηγματώσεις στον υδαταγωγό.

Ιστορικά οι πρώτες ενδείξεις αστάθειας καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια διάνοιξης του δρόμου προς τα Δερβενοχώρια από τη ΜΟΜΑ (1960). Ειδικότερα, κατά τη φάση κατασκευής παρατηρήθηκε η πρώτη σημαντική ενεργοποίηση κατολίσθησης στο τμήμα της συμβολής της οδού προς Δερβενοχώρια με τη διώρυγα του Μόρνου.

Στο σεισμό των Αλκυονίδων (1981) εκδηλώθηκαν εδαφικές αστάθειες στα πρανή, κατά μήκος του υδραγωγείου στην θέση του έργου, που οδήγησαν σε έργα αντιστήριξης.

Στο σεισμό στο λεκανοπέδιο Αθηνών (1999) παρατηρήθηκαν αστοχίες (ρωγμές και περιορισμένες διαφυγές νερού) στο κανάλι του Μόρνου στη θέση του έργου.

Κατά καιρούς έχουν εκπονηθεί από την ΕΥΔΑΠ τεχνικογεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες και έχουν ληφθεί τοπικά μέτρα αντιστήριξης και αποστράγγισης και έχουν γίνει επιδιορθώσεις του υδαταγωγού σε διάφορα σημεία. Πρόσφατα (2019), στην περιοχή του έργου πλησίον της διασταύρωσης του καναλιού του Μόρνου με το δρόμο προς Δερβενοχώρια, υλοποιήθηκαν έργα αποστράγγισης και αντιστήριξης με κατασκευή πασσαλοστοιχίας κατά μήκος του καναλιού.

Ειδικότερα στα έργα της παρούσας εργολαβίας περιλαμβάνονται:

- Η κατασκευή τεσσάρων (4) νέων οχετών περί τις Χ.Θ. 4+790, ΧΘ 5+235, ΧΘ 5+490, ΧΘ 5+635 με τη μέθοδο των μικροσηράγγων (pipejacking – microtunneling).

- Τα διαμήκη έργα καθοδήγησης των επιφανειακών υδάτων των εξωτερικών λεκανών απορροής από τις περιοχές ανάντη του υδραγωγείου σε αποδέκτες.

- Οι περιμετρικές τάφροι απομάκρυνσης των επιφανειακών απορροών που καταλήγουν σε περιοχές ενεργών κατολισθήσεων.

- Η εξωτερική στεγάνωση του υδραγωγείου.

- Η εσωτερική στεγάνωση του υδραγωγείου με εγκατάσταση συστήματος στεγάνωσης σε υγρές συνθήκες.

- Η κατασκευή πασσαλότοιχου στην περιοχή του σημερινού ποδός κατολίσθησης περί την Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080.

- Η κατασκευή πασσαλότοιχου στην περιοχή κατόντη του καναλιού, μεταξύ των Χ.Θ. 5+650 και

Χ.Θ. 5+760 περίπου.

- Η γεωτεχνική έρευνα κατά τη φάση της κατασκευής (κατολίσθηση από Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080).

- Η ενόργανη παρακολούθηση κατά τη φάση της κατασκευής και μέχρι την παραλαβή του έργου (κατολισθήσεις από Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080 και από Χ.Θ. 5+650 έως Χ.Θ. 5+750).

- Τα έργα προστασίας ορυγμάτων.

2. Γενική διάταξη έργων

Το φυσικό αντικείμενο του έργου παρουσιάζεται στα σχέδια Υ-Ο-01 και Υ-Ο-02 της εγκεκριμένης υδραυλικής μελέτης.

Τα προς κατασκευή έργα περιγράφονται στην παρακάτω εγκεκριμένη Οριστική Μελέτη:

«ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΔΙΩΡΥΓΑΣ ΚΙΘΑΙΡΩΝΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΟΚΚΙΝΙΟΥ, ΑΠΟ Χ.Θ. 4+015 ΕΩ Χ.Θ. 5+915 ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΕΥΧΩΝ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ Μ199», ΕΔΑΦΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Α.Ε, ΝΑΜΑ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ Α.Ε., ΣΙΔΕΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΕΥΔΑΠ, 2021.

3. Αναλυτική περιγραφή των έργων

3.1 Νέοι οχετοί (με τη μέθοδο pipe jacking)

Προβλέπεται η κατασκευή τεσσάρων (4) νέων οχετών περί τις Χ.Θ. 4+790, ΧΘ 5+235, ΧΘ 5+490, ΧΘ 5+635 με τη μέθοδο των μικροσηράγγων (pipejacking – microtunneling).

3.1.1 Μικροσήραγγα 1 - Οχετός στη θέση ΧΘ 4+790

Περί τη ΧΘ 4+790 προτείνεται η κατασκευή τεχνικού εγκάρσιας διέλευσης υδάτων κάτωθεν του υδραγωγείου, καθαρού μήκους διάτρησης 15m και συνολικού μήκους διάτρησης μέχρι τον αποδέκτη 23m, το οποίο αποτελείται από σειρά φρεάτων και σωληνωτών αγωγών και έργο εξόδου. Μέσω αυτού τα ύδατα καθοδηγούνται στο πρηνές καπάντη της οδού νότια του υδραγωγείου και στη συνέχεια με ελεύθερη ροή καταλήγουν σε ρέμα. Το προτεινόμενο έργο χωροθετείται εντός ζώνης συνολικού πλάτους 50m (25m εκατέρωθεν του άξονα του υδραγωγείου) προκειμένου να μην απαιτηθούν απαλλοτριώσεις.

Η κατασκευή του τεχνικού θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο pipe jacking. Ο οχετός θα είναι εσωτερικής διαμέτρου Φ1000mm από τσιμεντοσωλήνες οπλισμένους υψηλής αντοχής ειδικούς για την εγκατάσταση με τη μέθοδο αυτή.

Για την εφαρμογή της μεθόδου θα απαιτηθούν φρέατα εισόδου και εξόδου μηχανήματος υπόγειας διάτρησης (φρέαρ εισόδου Φ1.1 και φρέαρ εξόδου Φ1.2) καθώς και ειδικό έργο εξόδου προκειμένου να αποφευχθεί επιφανειακή διάβρωση του εδάφους και υποσκαφή του τεχνικού λόγω της σημειακής εκκροής των υδάτων στη θέση αυτή.

Το φρέαρ εισόδου Φ1.1 θα κατασκευαστεί καπάντη του υδραγωγείου, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 6.00m. Το φρέαρ εξόδου Φ1.2 θα κατασκευαστεί ανάντη του υδραγωγείου, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 4.5m. Για την αντιστήριξη των σκαμμάτων των φρεάτων Φ1.1 και Φ1.2 και λόγω υψηλού υδροφόρου ορίζοντα θα κατασκευαστούν περιμετρικοί τοίχοι από αλληλοτεμνόμενους πασσάλους διαμέτρου 1.00m. Η πρόσβαση στη θέση του φρέατος Φ1.1 θα

επιτευχθεί μέσω της υφιστάμενης οδού στη νότια πλευρά του υδραγωγείου. Για την πρόσβαση στη θέση του Φ1.2 θα διανοιχθεί εργοταξιακή οδός ενδεικτικού πλάτους 5.00m, από την ασφαλτοστρωμένη οδό βόρεια του υδραγωγείου.

Προβλέπεται ειδικό έργο εξόδου στην εκβολή της μικροσήραγγας προκειμένου να αποφευχθεί επιφανειακή διάβρωση του εδάφους κατά την κατασκευή και υποσκαφή του τεχνικού λόγω της σημειακής εκκροής των υδάτων στη θέση αυτή. Το πρυνές στην εκβολή της μικροσήραγγας θα επενδυθεί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 0.10m πριν τη διάτρηση της μικροσήραγγας στη θέση αυτή. Κατάντη του έργου εξόδου θα τοποποθετηθεί λιθοριπή προστασίας κοίτης και πρυνών με λίθους λατομείου βάρους 20 έως 100 kg, σε βάθος 0.50m, οι οποίοι θα εδραστούν σε γεώφασμα διαχωρισμού 400g/m².

3.1.2 Μικροσήραγγα 2 - Οχετός στη θέση ΧΘ 5+235

Περί τη ΧΘ 5+235 προτείνεται η κατασκευή τεχνικού εγκάρσιας διέλευσης υδάτων κάτωθεν του υδραγωγείου, καθαρού μήκους διάτρησης 39m, το οποίο αποτελείται από φρέαρ εισόδου, σωληνωτό αγωγό και έργο εξόδου. Μέσω αυτού τα ύδατα καθοδηγούνται στο πρυνές κατάντη της χωμάτινης οδού δυτικά του υδραγωγείου και στη συνέχεια καταλήγουν σε κανάλι που οδεύει παράλληλα με την ασφαλτοστρωμένη οδό. Το προτεινόμενο έργο χωροθετείται εντός ζώνης συνολικού πλάτους 50m (25m εκατέρωθεν του άξονα του υδραγωγείου) προκειμένου να μην απαιτηθούν απαλλοτριώσεις.

Η κατασκευή του τεχνικού θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο pipe jacking. Ο οχετός θα είναι εσωτερικής διαμέτρου Φ1200mm από τσιμεντοσωλήνες οπλισμένους υψηλής αντοχής ειδικούς για την εγκατάσταση με τη μέθοδο αυτή.

Για την εφαρμογή της μεθόδου θα απαιτηθεί φρέαρ εισόδου μηχανήματος υπόγειας διάτρησης (φρέαρ εισόδου Φ2.1) καθώς και ειδικό έργο εξόδου.

Το φρέαρ εισόδου Φ2.1 θα κατασκευαστεί ανάντη του υδραγωγείου, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 6.00m. Για την αντιστήριξη του σκάμματος του φρέατος Φ2.1 και λόγω υψηλού υδροφόρου ορίζοντα θα κατασκευαστούν περιμετρικοί τοίχοι από αλληλοτεμνόμενους πασσάλους διαμέτρου 1.00m. Η πρόσβαση στη θέση του Φ2.1 θα πραγματοποιηθεί μέσω του υφιστάμενου πλατώματος στην ανατολική πλευρά του υδραγωγείου το οποίο εκκινεί από τη ΧΘ 5+020 στην οποία το υδραγωγείο διασταυρώνεται με ασφαλτοστρωμένη οδό.

Προβλέπεται ειδικό έργο εξόδου στην εκβολή της μικροσήραγγας προκειμένου να αποφευχθεί επιφανειακή διάβρωση του εδάφους κατά την κατασκευή και υποσκαφή του τεχνικού λόγω της σημειακής εκκροής των υδάτων στη θέση αυτή. Το πρυνές στην εκβολή της μικροσήραγγας θα επενδυθεί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 0.10m πριν τη διάτρηση της μικροσήραγγας στη θέση αυτή.

3.1.3 Μικροσήραγγα 3 - Οχετός στη θέση ΧΘ 5+490

Περί τη ΧΘ 5+490 προτείνεται η κατασκευή τεχνικού εγκάρσιας διέλευσης υδάτων κάτωθεν του υδραγωγείου, καθαρού μήκους διάτρησης 32m, το οποίο αποτελείται από φρέαρ εισόδου, σωληνωτό αγωγό και έργο εξόδου. Μέσω αυτού τα ύδατα καθοδηγούνται σε φυσική μισγάγγεια κατάντη της χωμάτινης οδού δυτικά του υδραγωγείου. Το προτεινόμενο έργο χωροθετείται εντός ζώνης συνολικού πλάτους 50m (25m εκατέρωθεν του άξονα του υδραγωγείου) προκειμένου να μην απαιτηθούν απαλλοτριώσεις.

Η κατασκευή του τεχνικού θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο pipe jacking. Ο οχετός θα είναι εσωτερικής διαμέτρου Φ1800mm από τσιμεντοσωλήνες οπλισμένους υψηλής αντοχής ειδικούς

για την εγκατάσταση με τη μέθοδο αυτή.

Για την εφαρμογή της μεθόδου θα απαιτηθεί φρέαρ εισόδου μηχανήματος υπόγειας διάτρησης (φρέαρ εισόδου Φ3.1) καθώς και ειδικό έργο εξόδου.

Το φρέαρ εισόδου Φ3.1 θα κατασκευαστεί ανάντη του υδραγωγείου, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 10.00m. Για την αντιστήριξη του σκάμματος του φρέατος Φ3.1 και λόγω υψηλού υδροφόρου ορίζοντα θα κατασκευαστούν περιμετρικοί τοίχοι από αλληλοτεμνόμενους πασσάλους διαμέτρου 1.00m. Η πρόσβαση στη θέση του Φ3.1 θα πραγματοποιηθεί μέσω υφιστάμενης χωμάτινης οδού βόρεια του υδραγωγείου.

Προβλέπεται ειδικό έργο εξόδου στην εκβολή της μικροσήραγγας προκειμένου να αποφευχθεί επιφανειακή διάβρωση του εδάφους κατά την κατασκευή και υποσκαφή του τεχνικού λόγω της σημειακής εκκροής των υδάτων στη θέση αυτή. Το πρυνές στην εκβολή της μικροσήραγγας θα επενδυθεί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 0.10m πριν τη διάτρηση της μικροσήραγγας στη θέση αυτή. Κατάντη του έργου εξόδου θα τοποθετηθεί λιθοριπή προστασίας κοίτης και πρυνών με λίθους λατομείου βάρους 20 έως 100 kg, σε βάθος 0.50m, οι οποίοι θα εδραστούν σε γεώφασμα διαχωρισμού 400g/m².

3.1.4 Μικροσήραγγα 4 - Οχετός στη θέση ΧΘ 5+635

Περί τη ΧΘ 5+635 προτείνεται η κατασκευή τεχνικού εγκάρσιας διέλευσης υδάτων κάτωθεν του υδραγωγείου καθαρού μήκους διάτρησης 26m και συνολικού μήκους διάτρησης μέχρι τον αποδέκτη 146m, το οποίο αποτελείται από σειρά φρεάτων και σωληνωτών αγωγών. Μέσω αυτού τα ύδατα καθοδηγούνται σε φυσική μισγάγγειακατάντη της χωμάτινης οδού δυτικά του υδραγωγείου. Το προτεινόμενο έργο χωροθετείται εντός ζώνης συνολικού πλάτους 50m (25m εκατέρωθεν του άξονα του υδραγωγείου) προκειμένου να μην απαιτηθούν απαλλοτριώσεις.

Η κατασκευή του τεχνικού θα πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο pipe jacking. Ο οχετός θα είναι εσωτερικής διαμέτρου Φ1400mm από τσιμεντοσωλήνες οπλισμένους υψηλής αντοχής ειδικούς για την εγκατάσταση με τη μέθοδο αυτή.

Για την εφαρμογή της μεθόδου θα απαιτηθούν φρεάτα εισόδου και εξόδου μηχανήματος υπόγειας διάτρησης (φρεάτα εισόδου Φ4.1 και Φ4.2 και φρέαρ εξόδου Φ4.3) καθώς και ειδικό έργο εξόδου.

Το φρέαρ εισόδου Φ4.2 θα κατασκευαστεί κατάντη του υδραγωγείου, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 6.00m. Το φρέαρ εισόδου Φ4.1 θα κατασκευαστεί κατάντη του υδραγωγείου περί τη θέση 5+540, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 6.0m. Το φρέαρ εξόδου Φ4.3 θα κατασκευαστεί ανάντη του υδραγωγείου, θα είναι εσωτερικής διαμέτρου 4.5m. Για την αντιστήριξη των σκαμμάτων των φρεάτων Φ4.1, 4.2 και Φ4.3 και λόγω υψηλού υδροφόρου ορίζοντα θα κατασκευαστούν περιμετρικοί τοίχοι από αλληλοτεμνόμενους πασσάλους διαμέτρου 1.00m. Η πρόσβαση στη θέση των φρεάτων Φ4.1 και 4.2 θα επιτευχθεί μέσω της υφιστάμενης χωμάτινης οδού στη νοτιοδυτική πλευρά του υδραγωγείου. Για την κατασκευή των πασσάλων και του φρέατος Φ4.1 διαμορφωθεί επιφάνεια εργασίας διαστάσεων 10.00m x 10.00m στη στάθμη +257.00. Οι εκσκαφές για τη διαμόρφωση της επιφάνειας εργασίας θα πραγματοποιηθούν με κλίση πρυνών 1:1. Η πρόσβαση στη θέση του Φ4.3 θα πραγματοποιηθεί μέσω υφιστάμενης χωμάτινης οδού βόρεια του υδραγωγείου.

Προβλέπεται ειδικό έργο εξόδου στην εκβολή της μικροσήραγγας προκειμένου να αποφευχθεί επιφανειακή διάβρωση του εδάφους κατά την κατασκευή και υποσκαφή του τεχνικού λόγω της σημειακής εκκροής των υδάτων στη θέση αυτή. Το πρυνές στην εκβολή της μικροσήραγγας θα επενδυθεί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 0.10m πριν τη διάτρηση της μικροσήραγγας στη

θέση αυτή. Κατά την του έργου εξόδου θα τοποθετηθεί λιθοριπή προστασίας κοίτης και πρανών με λίθους λατομείου βάρους 20 έως 100 kg, σε βάθος 0.50m, οι οποίοι θα εδραστούν σε γεωύφασμα διαχωρισμού 400g/m².

Το έργο κατασκευής του φρέατος Φ4.3 και της μικροσήραγγας που καταλήγει στο φρέαρ αυτό θα πρέπει να προηγηθούν των έργων του φρέατος Φ3.2 προκειμένου να εξασφαλιστεί η πρόσβαση στη θέση Φ4.3.

3.2 Διαμήκη έργα καθοδήγησης

Τα επιφανειακά ύδατα των λεκανών που καταλήγουν σε περιοχές ανάντη του υδραγωγείου θα καθοδηγηθούν με επενδεδυμένα ορθογωνικά κανάλια και επενδεδυμένες τραπεζοειδείς τάφρους στα φρέατα ανάντη του υδραγωγείου και στη συνέχεια μέσω των οχετών σε αποδέκτες.

Τα προτεινόμενα κανάλια και τάφροι που θα κατασκευαστούν ανάντη και παράλληλα στο υδραγωγείο καταλήγουν σε ορθογωνικά φρεάτια απόληξης και στη συνέχεια μέσω τσιμεντοσωλήνων σε φρεάτια μικροσήραγγων. Τα χαρακτηριστικά τους συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

	Αποδέκτης	Μήκος (m) L	Διατομή	Πλάτος (m) B	Ύψος (m) H	Κλίση τοιχωμάτων 1 (β:u)	Κλίση τοιχωμάτων 2 (β:u)
ΤΑΦΡΟΣ 1.3-1	Φ1.3	180.00	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗΣ	1.00	0.50	3/2	3/2
ΤΑΦΡΟΣ 1.3-2	Φ1.3	47.50	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗΣ	1.00	0.50	3/2	3/2
ΤΑΦΡΟΣ 2.2-1	Φ2.2	168.00	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗΣ	1.50	0.50	3/2	3/2
ΤΑΦΡΟΣ 2.2-2	Φ2.2	192.00	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΤΡΑΠΕΖΟΕΙΔΗΣ	1.50	0.50	3/2	3/2
ΤΑΦΡΟΣ 3.2-1	Φ3.2	52.00	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗ	3.00	0.50		
ΤΑΦΡΟΣ 3.2-2	Φ3.3	70.50	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗ	3.00	0.50		
ΤΑΦΡΟΣ 4.4-1	Φ4.4	77.00	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗ	3.00	0.50		

	Αποδέκτης	Μήκος (m) L	Διατομή	Πλάτος (m) B	Ύψος (m) H	Κλίση τοιχωμάτων 1 (β:υ)	Κλίση τοιχωμάτων 2 (β:υ)
ΤΑΦΡΟΣ 4.4-2	Φ4.4	100.50	ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΗ ΟΡΘΟΓΩΝΙΚΗ	3.00	0.50		

Σε περιοχές που έχει εντοπιστεί παρουσία υπογείων υδάτων περί του υδραγωγείου λόγω πηγών ή διαρροών προβλέπεται η εγκατάσταση διάτρητων σωλήνων στραγγιστηρίων δομημένου τοιχώματος τα οποία θα καταλήγουν είτε στα φρέατα των μικροσηράγγων και στη συνέχεια μέσω των οχετών σε αποδέκτες (στραγγιστήρια ανάντη του υδραγωγείου) είτε απευθείας σε αποδέκτες (στραγγιστήρια κατόντη του υδραγωγείου). Οι αγωγοί αυτοί θα τοποθετηθούν στις θέσεις από ΧΘ 5+200 έως ΧΘ 5+640 στην παρειά ανάντη και από ΧΘ 5+200 έως ΧΘ 5+490 στην παρειά κατόντη του υδραγωγείου. Κατά μήκος των αγωγών στραγγιστηρίων προβλέπονται φρεάτια επίσκεψης.

Τα υψόμετρα τοποθέτησης των στραγγιστηρίων θα οριστικοποιηθούν κατά τη φάση κατασκευής σύμφωνα με τη στάθμη και την ακριβή θέση της θεμελίωσης και εξασφαλίζοντας ελάχιστη κατά μήκος κλίση 0.5%. Τελικοί αποδέκτες των στραγγιστηρίων θα είναι είτε τα φρέατα των μικροσηράγγων είτε φυσικοί αποδέκτες κατόντη του υδραγωγείου μέσω αγωγών δομημένου τοιχώματος ονομαστικής διαμέτρου Φ400.

Επισημαίνεται πως οι υφιστάμενοι αγωγοί στραγγιστηρίων στην περιοχή από ΧΘ 5+080 έως ΧΘ 5+245 θα παραμείνουν σε λειτουργία και μετά την κατασκευή των νέων προτεινόμενων έργων.

3.3 Περιμετρικές τάφροι

Λόγω ενεργής κατολίσθησης ανατολικά του υδραγωγείου περί τη ΧΘ 4+940 έως 5+060 προβλέπονται οι περιμετρικές τάφροι 1, 2 και 3 οι οποίες είναι κανάλια ορθογωνικής διατομής 0.50m x 0.50m τα οποία εξασφαλίζουν την απομάκρυνση των επιφανειακών απορροών που καταλήγουν στην περιοχή. Οι περιμετρικές τάφροι παραλαμβάνουν τις επιφανειακές απορροές των λεκανών Λ4α, Λ4β και Λ3β. Η περιμετρική τάφρος 1 καταλήγει σε φυσική μισγάγγεια, η τάφρος 2 απορρέει ελεύθερα σε πρανές της λεκάνης Λ4γ και η τάφρος 3 απορρέει ελεύθερα σε πρανές το οποίο αποχετεύεται από την τάφρο 2.2-1 και τον οχετό στη θέση ΧΘ 5+235.

Λόγω μεγάλων κλίσεων και ταχυτήτων σχεδιασμού, προβλέπονται αναβαθμοί ύψους 0.50m κατά μήκος της τάφρου 1. Σε κάθε περίπτωση, το καθαρό ύψος της τάφρου δε θα είναι μικρότερο από 0.50 m.

3.4 Εξωτερική στεγάνωση υδραγωγείου

α) Επένδυση εξωτερικών παρειών υδραγωγείου

Στις εξωτερικές παρειές του υδραγωγείου οι οποίες θα αποκαλυφθούν κατά τις εκσκαφές για την εγκατάσταση των τάφρων και των στραγγιστηρίων, από τη στάθμη θεμελίωσης και μέχρι το ύψος της κατασκευής των αφαιρούμενων δοκών στην οροφή του υδραγωγείου, θα τοποθετηθεί υγρομόνωση στην επιφάνεια του σκυροδέματος. Η μόνωση θα περιλαμβάνει εφαρμογή κατάλληλου κονιάματος τσιμεντοειδούς βάσης που έχει τη δυνατότητα ανάπτυξης κρυστάλλων

στη μάζα του στοιχείου του σκυροδέματος.

β) Επισκευή ρωγμών τοιχωμάτων

Όπως επισημαίνεται στο Τεύχος Γνωμάτευσης Ευστάθειας Διώρυγας της Γεωτεχνικής Μελέτης η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια της παρούσας σύμβασης, σε αρκετές θέσεις του υδραγωγείου εντοπίστηκαν ρωγμές. Οι ρωγμές αυτές προβλέπεται να καθαριστούν και να σφραγιστούν με εφαρμογή κατάλληλης εποξειδικής ρητίνης.

γ) Σφράγιση και επισκευή αρμών

Θα γίνει «σφράγιση» των διαστολικών αρμών του σκυροδέματος εφόσον διαπιστωθούν ρωγμές ή η μη ύπαρξη στεγανωτικής ταινίας τύπου waterstop στους υφιστάμενους αρμούς.

Αντίστοιχη στεγάνωση προβλεπόταν και στην εργολαβία Ε-869 της ΕΥΔΑΠ. Επισημαίνεται πως κατά τη φάση κατασκευής, εφόσον διαπιστωθεί πως τμήματα του έργου έχουν ήδη μονωθεί από την υπόψη εργολαβία και η κατάσταση της στεγάνωσης κριθεί ικανοποιητική από την επιβλέπουσα υπηρεσία, η εξωτερική στεγάνωση δεν θα επαναληφθεί στα τμήματα αυτά.

3.5 Εσωτερική στεγάνωση υδραγωγείου

Στην περιοχή μελέτης του υδραγωγείου έχουν εντοπιστεί, όπως προαναφέρθηκε, διαρροές λόγω ρωγμών οι οποίες έχουν ως συνέπεια τον κίνδυνο αστάθειας της κατασκευής από τη διάβρωση του εδάφους λόγω συγκέντρωσης υδάτων καθώς και την μείωση της παροχής που καταλήγει στα διυλιστήρια νερού μέσω του υδραγωγείου.

Για την αντιμετώπιση των διαρροών προβλέπεται η εφαρμογή εσωτερικής στεγάνωσης με την εγκατάσταση συστήματος μεμβράνης PVC στον πυθμένα και στα εσωτερικά τοιχώματά του υδραγωγείου σε όλο το μήκος του στην περιοχή επέμβασης (ΧΘ 4+015 έως ΧΘ 5+915). Το σύστημα στεγάνωσης θα εγκατασταθεί σε υγρές συνθήκες (υδραγωγείο σε πλήρη λειτουργία με τη συνολική παροχή του).

Βασικά ζητούμενα του συστήματος για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της λύσης είναι η εξασφάλιση των ακόλουθων:

- Υδατοστεγανότητα για την αποτροπή διαρροών
- Ανθεκτικότητα προκειμένου να διασφαλιστεί η συνεχής και ασφαλής λειτουργία του υδραγωγείου σε βάθος χρόνου
- Αντοχή η οποία να διασφαλίζει την επιτυχή εφαρμογή του ακόμα και σε ανώμαλες επιφάνειες και σε θέσεις ρωγμών ή αρμών
- Ευκαμψία ώστε αυτό να ακολουθεί ενδεχόμενες μελλοντικές μικρομετακινήσεις και καθιζήσεις της κατασκευής

Τα κύρια στοιχεία του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

Α) Το σύστημα μεμβράνης.

Β) Το σύστημα διαμήκους αγκύρωσης της μόνωσης στην επιφάνεια του σκυροδέματος.

Γ) Η περιμετρική αγκύρωση της μόνωσης (αρχή και πέρας εγκατάστασης της μεμβράνης και στις θέσεις διαδοχικών φύλλων μεμβράνης).

Δ) Η αποχέτευση της διεπιφάνειας μεταξύ της μεμβράνης και του σκυροδέματος.

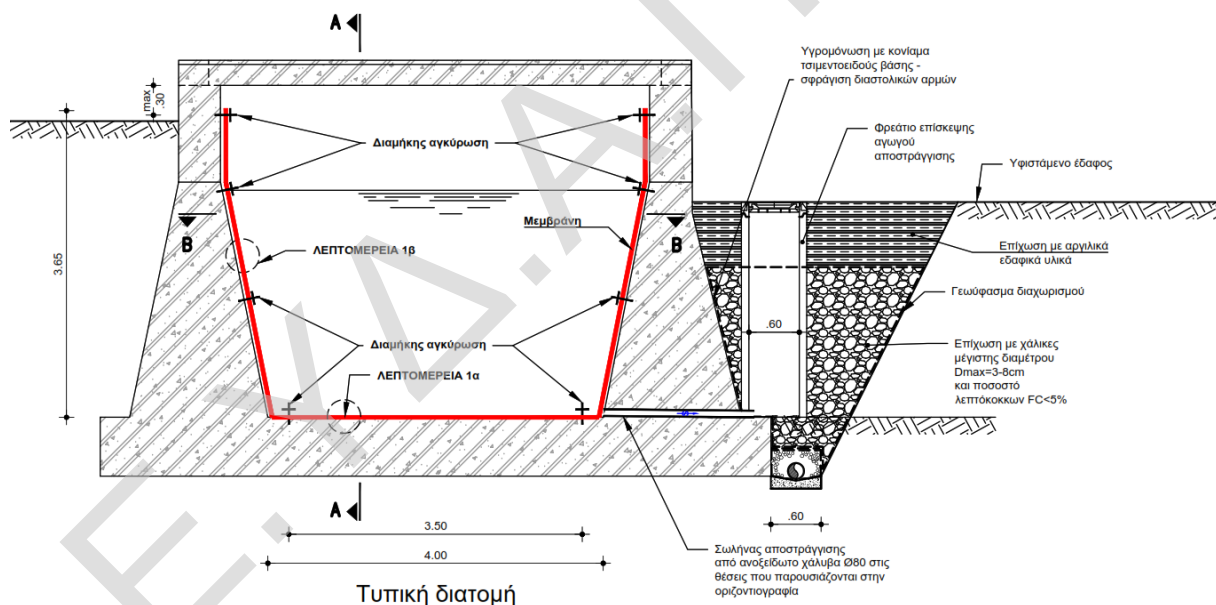
Το σύστημα στεγανοποίησης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, αποτελείται από:

Α) Τη μεμβράνη η οποία συνίσταται από γεωμεμβράνη από PVC-P, πάχους 3 mm και γεωύφασμα βάρους 500 gr/m², ενωμένα μεταξύ τους με θερμοκόλληση, τύπου SIBELONCNT 4400 ή ισοδύναμου.

Β) Το σύστημα διαμήκους αγκύρωσης του συστήματος στεγανοποίησης στην επιφάνεια του σκυροδέματος, τα βασικά στοιχεία του οποίου αποτελούν οι πλάκες αγκύρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα SSAISI 304 ή καλύτερης ποιότητας 50x4 mm, τα ανοξείδωτα εκτονούμενα αγκύρια M10 ανά 32cm, τα μπουλόνια M10 ανά 32cm (μεταξύ των αγκυρίων, σε θέσεις ενώσεων φύλλων μεμβράνης), το ελαστικό παρέμβυσμα EPDM και οι αποστάτες.

Γ) Την περιμετρική αγκύρωση του συστήματος στεγανοποίησης (αρχή και πέρας εγκατάστασης της μεμβράνης και στις θέσεις αλληλοεπικάλυψης διαδοχικών φύλλων μεμβράνης) η οποία θα επιτυγχάνεται από πλάκες αγκύρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα SSAISI 304 ή καλύτερης ποιότητας 60x6 mm, ανοξείδωτα εκτονούμενα αγκύρια M12 ανά 15cm, μπουλόνια M12 ανά 15cm (μεταξύ των αγκυρίων, σε θέσεις ενώσεων φύλλων μεμβράνης), μπουλόνια M12 ανά 15cm, ελαστικό παρέμβυσμα EPDM και αποστάτες, οι οποίες θα τοποθετηθούν σε εγκάρσια διεύθυνση κατά μήκος του υδραγωγείου.

Δ) Το σύστημα αποχέτευσης της διεπιφάνειας μεταξύ της μεμβράνης και του σκυροδέματος η οποία προβλέπεται με αγωγούς αποστράγγισης από ανοξείδωτο χάλυβα σε περιοχές του υδραγωγείου όπου είναι δυνατή η εκτόνωση των αγωγών σε διαπερατές στρώσεις οι οποίες θα τοποθετηθούν στα πλαίσια του έργου. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιτυχής λειτουργία του συστήματος αποστράγγισης, θα εγκατασταθεί αποστραγγιστική στρώση μεταξύ της μεμβράνης και της επιφάνειας του σκυροδέματος στον πυθμένα. Η στρώση αυτή θα αποτελείται από γεώπλεγμα (geonet) 750g/m² τύπου TENAXCE750 ή ισοδύναμου, πάχους 5mm.



Σχήμα 1: Τυπική διάταξη εφαρμογής εσωτερικής στεγάνωσης με μεμβράνη PVC

Το σύστημα στεγανοποίησης της διώρυγας θα εγκατασταθεί εν ύδατι χωρίς να διακοπεί η λειτουργία του υδραγωγείου και σύμφωνα με τη μελέτη εφαρμογής του αναδόχου.

Ολες οι απαιτούμενες και δυνατές θερμοκολλήσεις των τμημάτων της μεμβράνης θα προηγούνται της εν ύδατι τοποθέτησής τους ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απαιτούμενες περιμετρικές μονώσεις.

Ολες οι εν ύδατι εργασίες θα εκτελεσθούν από επαγγελματίες δύτες, σύμφωνα με τη μελέτη εφαρμογής του αναδόχου και θα ληφθούν όλα τα προβλεπόμενα και απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας.

3.6 Η κατασκευή πασσαλότοιχων

3.6.1 Στην περιοχή του σημερινού ποδός κατολίσθησης περί την Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080.

Ο πασσαλότοιχος χωροθετείται στην περιοχή του σημερινού ποδός της κατολίσθησης και σε θέση που φαίνεται στο συνημμένο σχέδιο γενικής διάταξης έργων.

Για την κατασκευή του έργου, διαμορφώνεται επιφάνεια πλάτους 8m σε στάθμη +268.00m, επί πρηνούς κλίσης 2:3 (κατακ:οριζ).

Κατασκευάζονται 81 πάσσαλοι μήκους 16m, με συνολικό μήκος 1296m. Οι πάσσαλοι κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχουν διάμετρο 1.20 m. Η σειρά των πασσάλων είναι διπλή με τους πασσάλους να διατάσσονται πεσσοειδώς με αξονική απόσταση διαδοχικών πασσάλων των δύο σειρών σε προβολή 0.75 m και αξονική απόσταση επί των σειρών 1.50 m (16 πάσσαλοι ανά συστοιχία, 8 ανάντη, 8 κατόντη). Η απόσταση μεταξύ των αξόνων είναι 1.40m. Οι πάσσαλοι ομαδοποιούνται σε 5 συστοιχίες, στις Συστοιχίες Σ1 έως Σ5. Επιπλέον κατασκευάζεται ο πάσσαλος Π81, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η στροφή του άξονα του πασσαλότοιχου.

3.6.2 Στην περιοχή κατόντη του καναλιού, μεταξύ των Χ.Θ. 5+650 και Χ.Θ. 5+760 περίπου.

Ο πασσαλότοιχος χωροθετείται κατόντη του καναλιού, μεταξύ των Χ.Θ. 5+650 και Χ.Θ. 5+760 περίπου, και σε θέση που φαίνεται στο συνημμένο σχέδιο γενικής διάταξης έργων.

Για την κατασκευή του έργου, διαμορφώνεται επιφάνεια πλάτους 8m σε στάθμη κυμαινόμενη μεταξύ +259.50m και +260.00m, επί πρηνούς μικρού ύψους (της τάξης του 0.5m) κλίσης 2:3 (κατακ:οριζ).

Κατασκευάζονται 72 πάσσαλοι μήκους 12m, με συνολικό μήκος 864m. Οι πάσσαλοι κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχουν διάμετρο 1.20 m. Η σειρά των πασσάλων είναι μονή με τους πασσάλους να διατάσσονται με αξονική απόσταση διαδοχικών πασσάλων 1.50 m. Οι πάσσαλοι ομαδοποιούνται σε 9 συστοιχίες, τις Συστοιχίες Σ1 έως Σ9.

3.7 Η γεωτεχνική έρευνα κατά τη φάση της κατασκευής (κατολίσθηση από Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080).

Η γεωτεχνική έρευνα θα εκτελεστεί κατά τη φάση της κατασκευής. Θα διατρηθούν 5 μη δειγματοληπτικές γεωτρήσεις βάθους 20m, εντός των οποίων θα τοποθετηθούν κλισιομετρικοί σωλήνες.

3.8 Η ενόργανη παρακολούθηση κατά τη φάση της κατασκευής

Τόσο καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών, όσο και μετά το πέρας αυτών, απαιτείται η ενόργανη παρακολούθηση της τυχόν εξέλιξης του κατολισθητικού φαινομένου. Η παρακολούθηση αυτή θα γίνεται με τα εξής όργανα:

3.8.1 Κατολίσθηση από Χ.Θ. 4+935 έως Χ.Θ. 5+080

[α] Επιφανειακοί μάρτυρες. Οι μάρτυρες αυτοί θα τοποθετηθούν τόσο στη μάζα της κατολίσθησης, όσο και στην περιοχή του πασσαλοτόχου. Προβλέπεται η τοποθέτηση και παρακολούθηση 10 συνολικά μαρτύρων.

[β] Κλισιόμετρα. Οι κλισιομετρικοί σωλήνες θα εγκατασταθούν μέσα σε μη δειγματοληπτικές γεωτρήσεις βάθους 20m που θα διατρηθούν για τον σκοπό αυτό. Οι κλισιομετρικοί σωλήνες αυτοί θα τοποθετηθούν μέσα στη μάζα της κατολίσθησης. Προβλέπεται η τοποθέτηση και παρακολούθηση 5 συνολικά κλισιομέτρων.

3.8.2 Κατολίσθηση από Χ.Θ. 5+650 έως Χ.Θ. 5+750

[α] Επιφανειακοί μάρτυρες. Οι μάρτυρες αυτοί θα τοποθετηθούν τόσο επί του καναλιού, όσο και στην περιοχή του πασσαλοτόχου. Προβλέπεται η τοποθέτηση και παρακολούθηση 10 συνολικά μαρτύρων.

[β] Ρωγμόμετρα. Θα τοποθετηθούν ρωγμόμετρα στους αρμούς του καναλιού. Εκτιμάται ότι θα απαιτηθούν συνολικά περί τα 5 ρωγμόμετρα.

Η συνολική περίοδος των μετρήσεων θα καλύπτει την περίοδο κατασκευής του έργου μέχρι και την παραλαβή του.

3.9 Τα έργα προστασίας ορυγμάτων

Τα έργα αυτά αφορούν σε μέτρα προστασίας σε ορύγματα ανάντη της διώρυγας και σε θέσεις που φαίνονται στο συνημμένο σχέδιο γενικής διάταξης έργων.

Ειδικότερα τα έργα περιλαμβάνουν τις παρακάτω επεμβάσεις:

- **ΟΡΥΓΜΑΤΑ ΟΠ1, ΧΘ 4+015 ÷ 4+200 κ' ΟΠ2, ΧΘ 4+200 ÷ 4+320**
- Τοποθέτηση μεταλλικών δοκών και μεταλλικής λαμαρίνας κατάλληλου πάχους, επί της πλάκας κάλυψης της διώρυγας, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κυκλοφορίας ελαφρού μηχανήματος (έως 2tn) επάνω στη διώρυγα, για την απομάκρυνση των πεσμένων βράχων κατά το ξεσκάρωμα.
- Ξεσκάρωμα των άκρως επικίνδυνων επικρεμμένων βράχων. Δεν συστήνεται η εκτέλεση εκτεταμένων εργασιών ξεσκαρώματος για την προστασία της διώρυγας. Το ξεσκάρωμα συστήνεται να πραγματοποιηθεί από εξειδικευμένο συνεργείο, το οποίο θα επιθεωρεί το πρυνές και θα υποδεικνύει τις θέσεις των επικρεμμένων βράχων. Το ξεσκάρωμα θα πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη προσοχή, και τα προϊόντα να απομακρύνονται ελεγχόμενα, ώστε να μην τραυματίσουν τη διώρυγα.
- Απομάκρυνση των προϊόντων ξεσκαρώματος αλλά και υλικών παλαιότερων βραχοπτώσεων από τον πόδα του πρυνούς και την επιφάνεια κάλυψης της διώρυγας.
- Τοποθέτηση μόνιμων αγκυρώσεων σε όλες τις προβλεπόμενες επιφάνειες. Στο πρυνές προβλέπονται αγκύρια μήκους 3.00m σε κάναβο 2.00x2.00m, διαμέτρου Ø32mm, με ονομαστική αντοχή εφελκυσμού 550 kN και όριο διαρροής 500 kN.

- Στα πρανή θα γίνει τοποθέτηση πλήρως αγκυρούμενων χαλύβδινων πλεγμάτων, βρόγχου 300x300mm, αποτελούμενο από γαλβανισμένα συρματόσχοινα (κατά ΕΛΟΤ EN 10264-2), διαμέτρου 10mm και εφελκυστικής αντοχής τουλάχιστον 1 700 N/mm². Πριν την τοποθέτηση του πλήρως ακυρούμενου πλέγματος βρόγχου 300x300mm, προτείνεται η τοποθέτηση ελεύθερου πλέγματος βρόγχου 80x100mm, ώστε να συγκρατούνται και μικρότερης διαμέτρου τεμάχια βράχου.
- **ΟΡΥΓΜΑ ΟΠ3, ΧΘ 4+320 ÷ 4+440**
- Τοποθέτηση μεταλλικών δοκών και μεταλλικής λαμαρίνας κατάλληλου πάχους, επί της πλάκας κάλυψη της διώρυγας, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κυκλοφορίας ελαφρού μηχανήματος (έως 2tn) επάνω στη διώρυγα, για την απομάκρυνση των πεσμένων βράχων κατά το ξεσκάρωμα.
 - Ξεσκάρωμα των άκρως επικίνδυνων επικρεμμένων βράχων. Δεν συστήνεται η εκτέλεση εκτεταμένων εργασιών ξεσκαρώματος για την προστασία της διώρυγας. Το ξεσκάρωμα συστήνεται να πραγματοποιηθεί από εναερίτες, οι οποίοι θα επιθεωρούν το πρανές και θα υποδεικνύουν τις θέσεις των επικρεμμένων βράχων. Το ξεσκάρωμα θα πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη προσοχή, και τα προϊόντα να απομακρύνονται ελεγχόμενα, ώστε να μην τραυματίσουν τη διώρυγα.
 - Απομάκρυνση των προϊόντων ξεσκαρώματος αλλά και υλικών παλαιότερων βραχοπτώσεων και καθαρισμός του τμήματος μεταξύ του πόδα του πρανούς και της διώρυγας.
 - Για το τμήμα του πρανούς ΟΠ3, από τη ΧΘ 4+320 έως τη ΧΘ 4+363, όπου συναντάται ο ασβεστόλιθος, προτείνεται η τοποθέτηση μόνιμων αγκυρώσεων σε όλες τις προβλεπόμενες επιφάνειες. Στο πρανές προβλέπονται αγκύρια μήκους 3.00m σε κάναβο 2.00x2.00m, διαμέτρου Ø32mm, με ονομαστική αντοχή εφελκυσμού 550 kN και όριο διαρροής 500 kN.
 - Στα πρανή θα γίνει τοποθέτηση πλήρως αγκυρούμενων χαλύβδινων πλεγμάτων, βρόγχου 300x300mm, αποτελούμενο από γαλβανισμένα συρματόσχοινα (κατά ΕΛΟΤ EN 10264-2), διαμέτρου 10mm και εφελκυστικής αντοχής τουλάχιστον 1 700 N/mm². Πριν την τοποθέτηση του πλήρως ακυρούμενου πλέγματος βρόγχου 300x300mm, προτείνεται η τοποθέτηση ελεύθερου πλέγματος βρόγχου 80x100mm, ώστε να συγκρατούνται και μικρότερης διαμέτρου τεμάχια βράχου.
- **ΟΡΥΓΜΑ ΟΠ4, ΧΘ 4+440 ÷ 4+540**
- Τοποθέτηση μεταλλικών δοκών και μεταλλικής λαμαρίνας κατάλληλου πάχους, επί της πλάκας κάλυψη της διώρυγας, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κυκλοφορίας ελαφρού μηχανήματος (έως 2tn) επάνω στη διώρυγα, για την απομάκρυνση των πεσμένων βράχων κατά το ξεσκάρωμα.
 - Ξεσκάρωμα των άκρως επικίνδυνων επικρεμμένων βράχων. Δεν συστήνεται η εκτέλεση εκτεταμένων εργασιών ξεσκαρώματος για την προστασία της διώρυγας. Το ξεσκάρωμα συστήνεται να πραγματοποιηθεί από εναερίτες, οι οποίοι θα επιθεωρούν το πρανές και θα υποδεικνύουν τις θέσεις των επικρεμμένων βράχων. Το ξεσκάρωμα θα πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη προσοχή, και τα προϊόντα να απομακρύνονται ελεγχόμενα, ώστε να μην τραυματίσουν τη διώρυγα.
 - Απομάκρυνση των προϊόντων ξεσκαρώματος αλλά και υλικών παλαιότερων βραχοπτώσεων και καθαρισμός του τμήματος μεταξύ του πόδα του πρανούς και της

διώρυγας.

- **ΟΡΥΓΜΑ ΟΠ5, ΧΘ 5+750÷5+900**

- Τοποθέτηση μεταλλικών δοκών και μεταλλικής λαμαρίνας κατάλληλου πάχους, επί της πλάκας κάλυψη της διώρυγας, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κυκλοφορίας ελαφρού μηχανήματος (έως 2tn) επάνω στη διώρυγα, για την απομάκρυνση των πεσμένων βράχων κατά το ξεσκάρωμα.
- Ξεσκάρωμα των άκρως επικίνδυνων επικρεμάμενων βράχων. Δεν συστήνεται η εκτέλεση εκτεταμένων εργασιών ξεσκαρώματος για την προστασία της διώρυγας. Το ξεσκάρωμα συστήνεται να πραγματοποιηθεί από εναερίτες, οι οποίοι θα επιθεωρούν το πρηνές και θα υποδεικνύουν τις θέσεις των επικρεμάμενων βράχων. Το ξεσκάρωμα θα πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη προσοχή, και τα προϊόντα να απομακρύνονται ελεγχόμενα, ώστε να μην τραυματίσουν τη διώρυγα.
- Απομάκρυνση των προϊόντων ξεσκαρώματος αλλά και υλικών παλαιότερων βραχοπτώσεων από τον πόδα του πρηνούς και την επιφάνεια κάλυψης της διώρυγας.
- Καθαρισμός του μικρού διάκενου μεταξύ υπερύψωσης διώρυγας και πρηνούς από προϊόντα καταπτώσεων, τα οποία δύναται να εισέλθουν στο κανάλι.
- Τοποθέτηση μόνιμων αγκυρώσεων σε όλες τις προβλεπόμενες επιφάνειες. Στο πρηνές προβλέπονται αγκύρια μήκους 4.00m σε κάναβο 2.00x2.00m, διαμέτρου Ø32mm, με ονομαστική αντοχή εφελκυσμού 550 kN και όριο διαρροής 500 kN.
- Στα πρηνή θα γίνει τοποθέτηση πλήρως αγκυρούμενων χαλύβδινων πλεγμάτων, βρόγχου 300x300mm, αποτελούμενο από γαλβανισμένα συρματόσχοινα (κατά ΕΛΟΤ EN 10264-2), διαμέτρου 10mm και εφελκυστικής αντοχής τουλάχιστον 1 700 N/mm². Πριν την τοποθέτηση του πλήρως αγκυρούμενου πλέγματος βρόγχου 300x300mm, προτείνεται η τοποθέτηση ελεύθερου πλέγματος βρόγχου 80x100mm, ώστε να συγκρατούνται και μικρότερης διαμέτρου τεμάχια βράχου.

- **ΟΡΥΓΜΑ ΟΡ1, ΧΘ 4+735 ÷ 4+935**

ΧΘ 4+735 έως ΧΘ 4+850

- Καθαρισμός του πρηνούς και του τμήματος μεταξύ του πόδα αυτού και της διώρυγας.
- Παρακολούθηση των πρηνών μέσω περιοδικών επιθεωρήσεων.

ΧΘ 4+850 έως ΧΘ 4+920

- Προστασία της διώρυγας στη φάση των εργασιών με τοποθέτηση μεταλλικών δοκών και μεταλλικής λαμαρίνας κατάλληλου πάχους, επί της πλάκας κάλυψης της διώρυγας, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κυκλοφορίας ελαφρού μηχανήματος (έως 2tn) επάνω στη διώρυγα, για την απομάκρυνση των πεσμένων βράχων κατά το ξεσκάρωμα.
- Ξεσκάρωμα των άκρως επικίνδυνων επικρεμάμενων βράχων. Δεν συστήνεται η εκτέλεση εκτεταμένων εργασιών ξεσκαρώματος για την προστασία της διώρυγας. Το ξεσκάρωμα συστήνεται να πραγματοποιηθεί από εξειδικευμένο συνεργείο, το οποίο θα επιθεωρεί το πρηνές και θα υποδεικνύει τις θέσεις των επικρεμάμενων βράχων. Το ξεσκάρωμα θα πρέπει να εκτελείται με ιδιαίτερη προσοχή, και τα προϊόντα να απομακρύνονται ελεγχόμενα, ώστε να μην τραυματίσουν τη διώρυγα.

- Απομάκρυνση των προϊόντων ξεσκαρώματος αλλά και υλικών παλαιότερων βραχοπτώσεων-ολισθήσεων από τον πόδα του πρανούς και την επιφάνεια κάλυψης της διώρυγας.
- Τοποθέτηση μόνιμων ηλώσεων σε όλες τις προβλεπόμενες επιφάνειες για τη συγκράτηση των γεωπλεγμάτων και τη σταθεροποίηση των σχηματισμών. Στο πρανές προβλέπονται αγκύρια/ήλοι μήκους 5.50m σε κάναβο 2.00x2.00m, διαμέτρου Ø25mm, με ονομαστική αντοχή εφελκυσμού 550kN και όριο διαρροής 500kN (B500C).
- Στα πρανή θα γίνει τοποθέτηση τρισδιάστατου γεωπλέγματος, ανθεκτικού στην υπεριώδη ακτινοβολία, κατασκευασμένου από ίνες πολυπροπυλενίου (PP), χαρακτηριστικής εφελκυστικής αντοχής $T_{ult} = 35-45 \text{ kN/m}$ κατά την κύρια διεύθυνσή του, ενισχυμένου με χαλύβδινο πλέγμα διπλής πλέξης, γαλβανισμένο με κράμα 95%Zn-5%Al (GALFAN), βρόγχου 8x10cm, με διάμετρο σύρματος τουλάχιστον 2.5mm.
- Κατασκευή ρείθρου στη στέψη του πρανούς για τη συλλογή και αποστράγγιση των όμβριων υδάτων της ανάντη Ε.Ο. Οινόης – Μαγούλας, ώστε αυτά να μην απορρέουν στα πρανή του ορύγματος.

Σημειώνεται ότι όλες οι ανωτέρω εργασίες θα πρέπει να εκτελούνται υπό τη συνεχή επίβλεψη Πολιτικού Μηχανικού / Γεωτεχνικού Μηχανικού / Γεωλόγου. Για κάθε φάση του έργου θα πρέπει να τηρείται πλήρες και εκτεταμένο φωτογραφικό αρχείο, όπως επίσης θα πρέπει να αποτυπώνονται τοπογραφικά όλες οι στάθμες εργασίας και οι θέσεις των επικρεμάμενων βραχωδών τεμαχών.

4. Κατασκευαστικά στοιχεία των έργων

4.1 Υλικά σωλήνων

Για τους αγωγούς των μικροσηράγγων προβλέπονται τσιμεντοσωλήνες pipejacking από οπλισμένο σκυρόδεμα κατά ΕΛΟΤ EN 1916 ονομαστικών διαμέτρων Φ1000, Φ1200, Φ1400, Φ1800.

Για τα στραγγιστήρια προβλέπονται διάτρητοι σωλήνες PE δομημένου τοιχώματος SN8 ονομαστικής διαμέτρου Φ200.

Για τη σύνδεση των στραγγιστηρίων με τα φρέατα των μικροσηράγγων ή την εκβολή σε φυσικούς αποδέκτες προβλέπονται σωλήνες δομημένου τοιχώματος SN8 ονομαστικής διαμέτρου Φ400.

4.2 Επενδεδυμένα κανάλια και τάφροι

Τα επενδεδυμένα κανάλια και τάφροι θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30 με δομικό πλέγμα ή οπλισμό B500C ανά περίπτωση. Θα εδραστούν σε σκυρόδεμα καθαριότητας C12/15. Περιμετρικά αυτών και μέχρι την τελική στάθμη του εδάφους θα τοποθετηθεί αργιλική στρώση.

4.3 Σκάμμα στραγγιστηρίων

Το σκάμμα των στραγγιστηρίων θα επιχωθεί με χάλικες και θα εγκιβωτιστεί με γεωύφασμα διαχωρισμού. Ο σωλήνας του στραγγιστηρίου θα εδραστεί σε βάση σκυροδέματος C12/15 πλάτους 0.60m και ύψους 0.15m. Περιμετρικά του σωλήνα σε συνολικό πλάτος 0.60m και ύψος 0.35m θα τοποθετηθούν σκύρα στραγγιστηρίου τα οποία θα εγκιβωτιστούν σε γεωύφασμα στραγγιστηρίου.

4.4 Φρέατα εισόδου - εξόδου

Ο κορμός, οι πλάκες οροφής και πυθμένα και ο λαιμός των φρεάτων εισόδου – εξόδου θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 με οπλισμό B500C. Το σκυρόδεμα καθαριότητας για την κατασκευή της πλάκας πυθμένα θα είναι C12/15.

Για την επίσκεψη του φρέατος προβλέπεται κατακόρυφη κλίμακα από πλαστικό ενισχυμένο με λεπτές ίνες από γυαλί, κατάλληλη για πόσιμο νερό, με κλωβό ασφαλείας.

Το κάλυμμα του φρέατος θα είναι από GRP κλάσης C250.

Η αντιστήριξη για την κατασκευή των φρεάτων θα επιτευχθεί με αλληλοτεμνόμενους πασσάλους από C25/30 διαμέτρου Φ1000. Στην εσωτερική πλευρά της πασσαλοστοιχίας θα εφαρμοστεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με πλέγμα T196. Η εκσκαφή του φρέατος θα πραγματοποιηθεί σε διαδοχικές φάσεις. Με την ολοκλήρωση της κάθε φάσης εκσκαφής θα εφαρμόζεται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 0.30m στο οποίο θα τοποθετείται πλέγμα #T196. Ο κεφαλόδεσμος των πασσάλων θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C25/30.

4.5 Φρεάτια απόληξης τάφρων

Τα φρεάτια απόληξης τάφρων θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 και οπλισμό B500C.

Η στρώση έδρασης του φρεατίου κατασκευάζεται από άοπλο σκυρόδεμα C12/15.

Στις εσωτερικές επιφάνειες προβλέπεται επίχρισμα από πατητή τσιμεντοκονία πάχους 2εκ και στις εξωτερικές παρειές των τοιχωμάτων μόνωση με διπλή ασφαλτική επάλειψη.

Το κάλυμμα του φρέατος θα είναι από GRPκλάσης C250.

4.6 Φρεάτια στραγγιστηρίων

Το φρεάτιο στραγγιστηρίων είναι κυλινδρικό εσωτερικής διαμέτρου 0.600m. Για την κατασκευή του κορμού του φρεατίου θα χρησιμοποιηθούν τσιμεντοσωλήνες DN600 κλάσεως αντοχής 120 κατά ΕΛΟΤ EN 1916. Η βάση πάχους 0.30m και συνολικής διαμέτρου 1.20m του φρεατίου θα γίνει με σκυρόδεμα C20/25. Το κάλυμμα του φρεατίου θα είναι κυκλικό από GRPκλάσης C250.

4.7 Έργα εξόδου

Τα έργα εξόδου των μικροσηράγγων θα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα C30/37 και οπλισμό B500C. Η στρώση έδρασης των έργων κατασκευάζεται από άοπλο σκυρόδεμα C12/15.

Κατάντη των έργων εξόδου των μικροσηράγγων, του υφιστάμενου οχετού στη ΧΘ 4+930 και της περιμετρικής τάφρου 1 θα τοποποθετηθεί λιθοριπή προστασίας κοίτης και πρανών με λίθους λατομείου βάρους 20 έως 100 kg, σε βάθος 0.50m, οι οποίοι θα εδραστούν σε γεώφασμα διαχωρισμού 400g/m².

Στα πρανή των έργων εκβολής θα τοποθετείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 0.10m πριν τη διάτρηση των μικροσηράγγων, προκειμένου αυτά να προστατευτούν κατά τη φάση κατασκευής.

4.8 Επένδυση εξωτερικών παρειών υδραγωγείου

Για την προστασία της εξωτερικής παρειάς του υδαταγωγού στο τμήμα όπου θα γίνουν επεμβάσεις εκσκαφών προβλέπεται η υγρομόνωση της επιφάνειας του σκυροδέματος έναντι αρνητικών πιέσεων με κονίαμα τσιμεντοειδούς βάσης που έχει τη δυνατότητα ανάπτυξης κρυστάλλων στη μάζα του στοιχείου του σκυροδέματος. Το υλικό αυτό είναι τύπου PC Cristal Concentrate ή ισοδύναμου.

4.9 Επισκευή ρωγμών τοιχωμάτων

Σε περιπτώσεις όπου παρατηρηθούν ρωγμές, προτείνεται η εφαρμογή της παρακάτω μεθοδολογίας πλήρωσης ρωγμών σκυροδέματος εύρους από 0.30 - 3.0mm

Προεργασίες:

- Διεύρυνση του ορατού ίχνους της ρωγμής με καλέμι και σφυρί ή χρήση ελαφράς αερόσφυρας.
- Επιμελής καθαρισμός της επιφάνειας του σκυροδέματος και απομάκρυνση των χαλαρών υλικών και της σκόνης γύρω από τη ρωγμή με χρήση αντλίας κενού και συρματόβουρτσας χειρός (προσαρμοσμένη επί γωνιακού τροχού - αναρρόφηση).
- Καθαρισμός του ίχνους της ρωγμής με ριπή πεπιεσμένου αέρα.
- Σφράγιση του ίχνους της ρωγμής και τοποθέτηση ακροφυσίων. Ακροφύσια από εύκαμπτο πλαστικό εσωτερικής διαμέτρου 2-4mm και μεταλλικές βελόνες εσωτερικής διαμέτρου 1-2mm (εισάγονται στη ρωγμή και αφαιρούνται μετά την σκλήρυνση του υλικού σφράγισης).

Η σφράγιση πραγματοποιείται με εποξειδική ρητίνη δύο συστατικών, τύπου SikaDur 52 ή ισοδύναμου. Η εισπίεση θα αρχίζει πάντοτε από το χαμηλότερο ακροφύσιο που έχει τοποθετηθεί επί του στοιχείου και θα συνεχίζεται ανοδικά. Η εισπίεση ανά σημείο θα συνεχίζεται μέχρι να αρχίσει εκροή ρητίνης από το επόμενο (εξίδρωση) ή μέχρι του σημείου άρνησης εισπίεσης.

4.10 Σφράγιση και επισκευή αρμών

Η επέμβαση αποσκοπεί στην προστασία της κατασκευής από διείσδυση νερού που προέρχεται από κακοτεχνίες ή αστοχίες αρμών, την αποκατάσταση της γύρω περιοχής και την βελτίωση της ανθεκτικότητας της κατασκευής.

Οι επεμβάσεις ακολουθούν την εξής σειρά:

- Προστασία οπλισμού: Προβλέπεται καθαρισμός της επιφάνειας του σκυροδέματος μέσω υδροβολής και εφαρμογή αναστολέα διάβρωσης τύπου FerroGard 903 Plus ή αντίστοιχο, σύμφωνα με την αρχή 11 κατά EN 1504-9, μέθοδος 11.3, και εφαρμογή εποξειδικής πάστας για σφράγιση, τύπου SikaDur 31 EF, κατά EN 1504-4.
- Επισκευή σκυροδέματος. Προστασία σκυροδέματος με υλικά κρυσταλλικής τεχνολογίας (εφαρμογή ακόμα και εάν ο αρμός είναι στεγανός, για προστασία από μελλοντική διείσδυση νερού).
- Άνοιγμα αρμού και καθαρισμός υποστρώματος. Το άνοιγμα του αρμού μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με το χέρι ή με ελαφριά μηχανικά εργαλεία. Το υπόστρωμα θα πρέπει να καθαριστεί αρχικά με υδροβολή και έπειτα με πεπιεσμένο αέρα, ώστε να απαλλαχθεί από σκόνη, σαθρό σκυρόδεμα και άλλα ξένα υλικά.
- Τοποθέτηση κορδονιού υποστήριξης. Το «πρόσωπο» του αρμού προβλέπεται να σφραγιστεί με κορδόνι υποστήριξης για έλεγχο του βάθους της επισκευής. Ο λόγος πλάτους/βάθους θα πρέπει να είναι περίπου 1 / 0.8. Κατάλληλο για υλικό υποστήριξης μπορεί να είναι ένα κορδόνι πολυαιθυλενίου.
- Βελτίωση πρόσφυσης στις παρειές του αρμού, με εφαρμογή σφραγιστικού στο υπόστρωμα, τύπου Sika Primer 3N ή ισοδύναμου. Το αστάρι πρέπει να εφαρμοστεί σε μία στρώση με βούρτσα στις παρειές του αρμού, οι οποίες θα έχουν ήδη καθαριστεί και στεγνώσει.
- Σφράγιση αρμού με σφραγιστικό πολυουρεθανικής βάσης ενός συστατικού. Εφαρμογή σφραγιστικού τύπου SikaFlex Pro-3 ή ισοδύναμου, με πιστόλι και με τέτοιο τρόπο ώστε να έχει πλήρη επαφή με τις παρειές του αρμού για καλύτερη πρόσφυση. Για επίτευξη αποστράγγισης και αποφυγή συσσώρευσης νερού στο κενό του αρμού πίσω από το σφραγιστικό, θα γίνει η χρήση πλαστικών σωλήνων Ø20 σε αποστάσεις 1m στη μάζα του σφραγιστικού.

Τα υλικά που προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν για την εργασία αυτή είναι: αστάρι για πορώδη υποστρώματα (τύπου Sika Primer 3N ή αντίστοιχο) που πρέπει να είναι πιστοποιημένο κατά CE, και να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του EN 15651-4.

4.11 Υλικό μεμβράνης στεγανοποίησης

Η μεμβράνη συνίσταται από γεωμεμβράνη από PVC-P, πάχους 3 mm και γεώφασμα βάρους 500 gr/m², ενωμένα μεταξύ τους με θερμοκόλληση, τύπου SIBELONCNT 4400 ή ισοδύναμου. Η υδραυλική διαπερατότητα της μεμβράνης θα είναι πολύ χαμηλή ($k = 1 \times 10^{-6}$ m³/m²/ημέρα EN14150) και η στεγανότητά της δεν πρέπει να επηρεάζεται από τη γήρανση. Ο συντελεστής τραχύτητας Manning της μεμβράνης θα είναι 0.012.

Η μεμβράνη θα είναι συμβατή με τις απαιτήσεις του κανονισμού EC No 1907/2006 για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH).

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μεμβράνης απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Γεωμεμβράνη 3mm υλικού PVC-P θερμοκολλημένη με γεωφάσμα PP 500 g/m2

Ιδιότητα	Μέθοδος Ελέγχου	Τιμές και όρια ανοχής
Πάχος (αποκλειστικά γεωμεμβράνης)	EN 1849/2	3mm $\pm$ 5%
Ειδικό βάρος (αποκλειστικά γεωμεμβράνης)	EN ISO 1183/1 Μέθοδος A	1.25 g/cm ³ $\pm$ 4%
Δοκιμή σε γεωσυνθετικό δείγμα Μέγιστη τιμή αντοχής γεωφάσματος σε θραύση* - Αντοχή σε εφελκυσμό - Επιμήκυνση Μέγιστη τιμή αντοχής γεωμεμβράνης σε θραύση* - Αντοχή σε εφελκυσμό - Επιμήκυνση	EN ISO 527/4 (ταχύτητα ελέγχου 100mm/λεπτό)	$\geq$ 50kN/m $\geq$ 65% $\geq$ 30kN/m $\geq$ 250%
Μάζα ανά μονάδα επιφάνειας γεωφάσματος	EN ISO 9864	500 g/m ² $\pm$ 5%
Αντοχή σε σχίσσιμο (στο ονομαστικό πάχος της γεωμεμβράνης)	EN ISO 34/1 (ταχύτητα ελέγχου 50mm/ λεπτό)	$\geq$ 130kN/m
Αντοχή σε διάτρηση (υλικό PVC προς τα άνω) CBR	EN ISO 12236	$\geq$ 8kN
Ευελιξία σε χαμηλή θερμοκρασία	EN ISO 495/5	Μη αστοχία στους - 30°C
Αντοχή σε υδροστατική πίεση (24 ώρες σε πίεση 10bar)	EN ISO 1928 Μέθοδος B	Ανθεκτική
Θερμική γήρανση στο νερό (Μέγιστη μεταβολή του βάρους μετά από 56 μέρες στους 50 °C, στένγωμα και επισκευή για 24 ώρες στους 80°C) - Γενική εμφάνιση - Μεταβολή της μάζας - Μεταβολή της αντοχής σε εφελκυσμό* - Μεταβολή της αστοχίας της επιμήκυνσης*	EN 14415 Μέθοδος A	Μη ύπαρξη φουσκάλων $\leq$ 2.0% $\leq$ 10% $\leq$ 10%
Αντοχή σε οξείδωση - Μεταβολή της αντοχής σε εφελκυσμό*	EN 14575 Μέθοδος A	$\leq$ 10%
Επιτάχυνση ελαφριάς γήρανσης (3000 ώρες - 350MJ/m ² με εναλλασόμενους κύκλους υγρού/ξηρού) Μέγιστη τιμή αντοχής γεωφάσματος σε θραύση* - Αντοχή σε εφελκυσμό - Επιμήκυνση Μέγιστη τιμή αντοχής γεωμεμβράνης σε θραύση* - Αντοχή σε εφελκυσμό - Επιμήκυνση	EN 12224	$\leq$ 15% $\leq$ 15% $\leq$ 15% $\leq$ 15%

4.12 Σύστημα διαμήκους αγκύρωσης

Το σύστημα διαμήκους αγκύρωσης του συστήματος στεγανοποίησης στην επιφάνεια του σκυροδέματος θα είναι κατάλληλο για εγκατάσταση εν ύδατι. Βασικά στοιχεία του συστήματος διαμήκους αγκύρωσης αποτελούν οι πλάκες αγκύρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα SSAISI 304 ή καλύτερης ποιότητας 50x4mm, τα ανοξείδωτα εκτονούμενα αγκύρια M10, τα μπουλόνια M10 από ανοξείδωτο χάλυβα ανά 32εκ. (προβλέπονται μεταξύ των αγκυρίων, σε θέσεις ενώσεων φύλλων μεμβράνης), το ελαστικό παρέμβυσμα EPDM και οι αποστάτες.

Το σύστημα διαμήκους αγκύρωσης θα περιλαμβάνει δύο λωρίδες στον πυθμένα και δύο ή τρεις λωρίδες σε κάθε τοίχωμα ανάλογα με τη γεωμετρία της διατομής και σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Μεταξύ των αποστατών θα υπάρχει κενό προκειμένου τυχόν νερό που έχει συγκεντρωθεί στην αποστραγγιστική στρώση να κινείται ανεμπόδιστα βαρυτικά.

Κατά την τοποθέτηση διαμήκους αγκύρωσης σε θέσεις διαδοχικών φύλλων θα προηγείται η αγκύρωση των κατώτερων πλακών στο σκυρόδεμα με ανοξείδωτα εκτονούμενα αγκύρια. Στη συνέχεια θα τοποθετούνται τα φύλλα της μεμβράνης και οι ανώτερες πλάκες οι οποίες θα αγκυρώνονται με τις κατώτερες πλάκες με ανοξείδωτα μπουλόνια.

Στις θέσεις διαμήκους αγκύρωσης στη στέψη των τοιχωμάτων προβλέπεται η τοποθέτηση εποξειδικής ρητίνης μεταξύ του σκυροδέματος και του ελαστικού παρεμβύσματος.

4.13 Σύστημα αποχέτευσης

Το σύστημα αποχέτευσης της διεπιφάνειας μεταξύ της μεμβράνης και του σκυροδέματος θα εξασφαλίζει την ελεγχόμενη απομάκρυνση των υδάτων που τυχόν εγκλωβίζονται στην περιοχή αυτή. Το σύστημα αποστράγγισης αυξάνει σημαντικά την ασφάλεια της λειτουργίας της διάταξης, μειώνοντας την πιθανότητα αποκόλλησης της μεμβράνης σε περίπτωση συγκέντρωσης νερού στη διεπιφάνεια μεμβράνης – σκυροδέματος λόγω οπής στη μεμβράνη ή λόγω διαρροών από εξωτερικά ύδατα.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η επιτυχής λειτουργία του συστήματος αποστράγγισης, θα εγκατασταθεί αποστραγγιστική στρώση μεταξύ της μεμβράνης και της επιφάνειας του σκυροδέματος στον πυθμένα της διατομής. Η στρώση αυτή θα αποτελείται από γεώπλεγμα (geonet) 750g/m² τύπου TENAXCE750 ή ισοδύναμου. Το γεώπλεγμα είναι τρισδιάστατη κατασκευή που αποτελείται από επικαλυπτόμενα και συνυφασμένα παράλληλα στοιχεία τα οποία δημιουργούν «κανάλια» υψηλής ικανότητας αποστράγγισης. Το γεώπλεγμα εξασφαλίζει την ελεγχόμενη απορροή υδάτων μέσω αυτού, μειώνοντας την πιθανότητα σημειακής συγκέντρωσης υδάτων μεταξύ μεμβράνης – σκυροδέματος. Παράγεται από HDPE υψηλής πυκνότητας και αποτελείται από ρομβοειδείς δομές.

Η εκτόνωση του συστήματος αποστράγγισης θα εξασφαλιστεί με αγωγούς από ανοξείδωτο χάλυβα διαμέτρου Φ80, σε θέσεις όπου σύμφωνα με τη μελέτη εφαρμογής του αναδόχου θα πραγματοποιηθεί πλευρική εκσκαφή για εγκατάσταση αγωγού στραγγιστηρίου και επίχωση με χάλικες.

Για τη συντήρηση των αγωγών αποστράγγισης προβλέπεται πρόσβαση στα στόμια των αγωγών στα σημεία εξόδου από το υδραγωγείο με φρεάτια επίσκεψης όπως φαίνεται στα τυπικά σχέδια της εγκεκριμένης μελέτης.

4.14 Περιμετρική αγκύρωση μόνωσης

Το σύστημα περιμετρικής αγκύρωσης του συστήματος στεγανοποίησης (εγκάρσια στη διεύθυνση της ροής, στην αρχή και στο πέρας εγκατάστασης και στις θέσεις αλληλοεπικάλυψης διαδοχικών φύλλων μεμβράνης) θα είναι κατάλληλο για εγκατάσταση εν ύδατι. Βασικά στοιχεία του συστήματος περιμετρικής αγκύρωσης αποτελούν οι πλάκες αγκύρωσης από ανοξείδωτο χάλυβα SSAISI 304 ή καλύτερης ποιότητας 60x6mm, τα ανοξείδωτα εκτονούμενα αγκύρια M12, τα μπουλόνια M12 από ανοξείδωτο χάλυβα ανά 15εκ. (προβλέπονται μεταξύ των αγκυρίων, σε θέσεις ενώσεων φύλλων μεμβράνης), το ελαστικό παρέμβυσμα EPDM και οι αποστάτες.

Κατά την τοποθέτηση περιμετρικής αγκύρωσης σε θέσεις διαδοχικών φύλλων θα προηγείται η αγκύρωση των κατώτερων πλακών στο σκυρόδεμα με ανοξείδωτα εκτονούμενα αγκύρια. Στη συνέχεια θα τοποθετούνται τα φύλλα της μεμβράνης και οι ανώτερες πλάκες οι οποίες θα αγκυρώνονται με τις κατώτερες πλάκες με ανοξείδωτα μπουλόνια.

Μεταξύ των αποστατών θα υπάρχει κενό προκειμένου τυχόν νερό που έχει συγκεντρωθεί στην αποστραγγιστική στρώση να κινείται ανεμπόδιστα βαρυτικά.

Στις θέσεις περιμετρικής αγκύρωσης στην αρχή και το τέλος του έργου προβλέπεται η τοποθέτηση εποξειδικής ρητίνης μεταξύ του σκυροδέματος και του ελαστικού παρεμβύσματος.

4.15 Μέθοδος εγκατάστασης του συστήματος στεγανοποίησης

Η εγκατάσταση του συστήματος εσωτερικής στεγανοποίησης θα πραγματοποιηθεί εν ύδατι με αδιάλειπτη λειτουργία του υδραγωγείου.

Ολες οι εν ύδατι εργασίες θα εκτελεσθούν από επαγγελματίες δύτες και θα ληφθούν όλα τα προβλεπόμενα και απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας.

Πριν την έναρξη των εργασιών, ο Αναδοχος θα πραγματοποιήσει αυτοψίες προκειμένου να επιβεβαιώσει τις τοπικές συνθήκες και θα εκπονήσει Μελέτη Εφαρμογής.

Πρόσβαση εντός του υδραγωγείου

Η πρόσβαση εντός του υδραγωγείου για τα συνεργεία θα επιτευχθεί με την προσωρινή αφαίρεση δοκαριών που βρίσκονται στη στέψη του υδραγωγείου. Προβλέπεται να αφαιρεθούν σταδιακά το σύνολο των δοκαριών ανά τμήματα εργασιών. Τα ανοίγματα που θα δημιουργηθούν θα εξασφαλίζουν επίσης και την ασφάλεια των δυτών κατά τη διάρκεια των εργασιών. Τα δοκάρια και οι σχάρες θα επανατοποθετηθούν στην αρχική τους θέση με την ολοκλήρωση των εργασιών. Τυχόν αστοχίες που θα πραγματοποιηθούν κατά την αφαίρεση των δοκαριών θα αποκατασταθούν πριν την επανατοποθέτησή τους.

Προετοιμασία της επιφάνειας τοποθέτησης της μεμβράνης

Το σύστημα στεγανοποίησης με μεμβράνη PVC θα έχει τη δυνατότητα τοποθέτησης και σε ανώμαλες επιφάνειες. Σε κάθε περίπτωση όμως πριν την τοποθέτηση του συστήματος θα πρέπει να προηγηθεί η εκτέλεση κάποιων προπαρασκευαστικών εργασιών οι οποίες θα περιλαμβάνουν τα εξής:

- Απομάκρυνση πάσης φύσεως φερτών και υλικών βραχοπτώσεων.

- Καθαρισμό της επιφανείας του σκυροδέματος και κοπή και λείανση προεξέχοντων τμημάτων και ανωμαλιών.
- Καθαρισμό και σφράγιση των ρωγμών με εφαρμογή κατάλληλης εποξειδικής ρητίνης.
- Λείανση της επιφανείας του σκυροδέματος.

Το μέγεθος των προπαρασκευαστικών εργασιών και τα σημεία επέμβασης θα καθοριστούν από την εν ύδατι αυτοψία που θα προηγηθεί.

Εγκατάσταση σωλήνων αποστράγγισης

Στις περιοχές όπου προβλέπονται σωλήνες αποστράγγισης οι σωλήνες Φ80 από ανοξείδωτο χάλυβα θα τοποθετηθούν αφού προηγηθεί διάτρηση των τοιχωμάτων του υδραγωγείου κατάλληλης διαμέτρου. Οι σωλήνες θα ταπωθούν προσωρινά στην εκβολή τους μέχρι την ολοκλήρωση της τοποθέτησης της μεμβράνης. Τα κενά που θα δημιουργηθούν κατά τη διάνοιξη των οπών για την τοποθέτηση των σωλήνων θα σφραγιστούν με ανάλογη μέθοδο της σφράγισης των ρωγμών. Στις θέσεις εξόδου των σωλήνων αποστράγγισης προβλέπονται φρεάτια επίσκεψης για τη συντήρησή τους.

Προετοιμασία φύλλων στεγάνωσης

Η εγκατάσταση εν ύδατι προϋποθέτει ειδικές διαδικασίες ώστε να ενωθούν τα υλικά της στεγάνωσης, καθώς θερμοκόλληση δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστεί κατά τη φάση τοποθέτησης. Τα φύλλα της μεμβράνης και του γεωυφάσματος θα θερμοκολληθούν εν ξηρώ πριν την τοποθέτηση τους. Το μήκος των επιμέρους φύλλων δε θα ξεπερνά τα 40m.

Εγκατάσταση της αποστραγγιστικής στρώσης και της μεμβράνης στεγανοποίησης

Η εγκατάσταση της αποστραγγιστικής στρώσης και της μεμβράνης στεγανοποίησης προτείνεται να γίνει με ειδικό τροχήλατο μηχάνημα το οποίο θα κινείται στη στέψη των τοιχωμάτων του υδραγωγείου αφού αφαιρεθούν προσωρινά τα δοκάρια οροφής. Το μηχάνημα θα είναι εξοπλισμένο με αρθρωτό βραχίονα κατάλληλο για την τοποθέτηση των φύλλων στα τοιχώματα και στον πυθμένα του καναλιού. Κατά την εγκατάσταση θα υπάρχει κινητός θάλαμος ("deflector") ο οποίος θα εκτρέπει τοπικά τη ροή προκειμένου να διευκολυνθεί η ασφαλής εργασία των δυτών.

Μετά την τοποθέτηση της αποστραγγιστικής στρώσης στα τοιχώματα και στον πυθμένα της διατομής, η σειρά τοποθέτησης των φύλλων στεγανοποίησης ανά τμήματα του υδραγωγείου θα είναι ως εξής:

- 1) Τοποθέτηση φύλλων στη μία πλευρά.
- 2) Τοποθέτηση φύλλων στη άλλη πλευρά.
- 3) Τοποθέτηση φύλλων στον πυθμένα του υδραγωγείου και τελική αγκύρωση των φύλλων πυθμένα και τοιχωμάτων.

Σε κάθε περίπτωση η μεθοδολογία κατασκευής θα επιβεβαιωθεί από τη Μελέτη Εφαρμογής του Αναδόχου.

5. Προϋπολογισμός

Ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 25.871.962,34€ (με Γ.Ε. & Ο.Ε., απρόβλεπτα, αναθεώρηση, απολογιστικά, χωρίς ΦΠΑ).

6. Γενική Παρατήρηση

Τα έργα θα γίνονται σύμφωνα με τις εγκεκριμένες οριστικές μελέτες, τις τυχόν εγκεκριμένες τροποποιήσεις/αναθεωρήσεις αυτών, καθώς και τις μελέτες εφαρμογής που τυχόν απαιτηθούν, συνταχθούν από τον ανάδοχο και εγκριθούν από την αρμόδια Υπηρεσία της Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε.

ΑΘΗΝΑ, 2026**ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ**
Ο Συντάξας**ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ & ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ**
Η Διευθύντρια Υδροληψίας**Ι. Νικηφοράκης**
Τοπογράφος Μηχανικός**Αγγ. Χριστοφόρου**
Μηχανολόγος Μηχανικός**ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ**

Με την αριθμό πρωτ. απόφαση του Διευθύνοντος Συμβούλου της Ε.ΥΔ.Α.Π. Α.Ε.