

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-05-01-00:2009

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Στεγάνωση επένδυσης σηράγγων με συνθετικές μεμβράνες

Tunnels lining waterproofing with synthetic membranes

Κλάση τιμολόγησης: 5

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-05-01-00 «**Στεγάνωση επένδυσης σηράγγων με συνθετικές μεμβράνες**» 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 1501-12-05-01-00, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ ΣΤ 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 1501-12-05-01-00 εγκρίθηκε την 23^η Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί	6
4 Απαιτήσεις.....	6
4.1 Ενσωματωμένα υλικά.....	6
4.2 Χαρακτηριστικά μεμβρανών	6
5 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών - προεργασίες	7
5.1 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών	7
5.2 Απαιτήσεις επιφάνειας εκτοξευόμενου σκυροδέματος.....	7
5.3 Προστασία της μεμβράνης στην επαφή με το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα	8
5.4 Συγκόλληση των στεγανωτικών μεμβρανών	8
5.5 Τοποθέτηση και στερέωση των προστατευτικών μεμβρανών.....	9
5.6 Κατασκευαστικοί αρμοί.....	10
5.7 Στεγάνωση μετώπων εισόδων.....	10
5.8 Διελεύσεις στοιχείων διαμέσου της μεμβράνης	10
6 Κριτήρια παραλαβής περατωμένων εργασιών.....	10
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος	11
7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών	11
7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας.....	12
8 Τρόπος επιμέτρησης.....	14

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.

Στεγάνωση επένδυσης σηράγγων με συνθετικές μεμβράνες

1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στο σύνολο των εργασιών, των υλικών και του εξοπλισμού που απαιτούνται για την στεγάνωση κάθε είδους διατομής σηράγγων, σε ευθύγραμμα ή/και καμπύλα τμήματα (σε οριζοντιογραφία ή/και μηκотоμή), στις θέσεις τοποθέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (φωλιές, διευρύνσεις, κανάλια κ.λπ.), στα στόμια εισόδου-εξόδου, με χρήση συνθετικών μεμβρανών σύμφωνα με την εγκεκριμένη Μελέτη.

Η πλήρης κατασκευή της στεγάνωσης με χρήση συνθετικών μεμβρανών περιλαμβάνει την προμήθεια, μεταφορά και αποθήκευση επί τόπου των έργων των απαραίτητων υλικών, την διάθεση όλου του εργατικού δυναμικού και του μηχανικού εξοπλισμού με τις σταλίες του, που είναι απαραίτητα για την προμήθεια, μεταφορά, τοποθέτηση των μεμβρανών και των εξαρτημάτων τους, ανεξάρτητα από την θέση τους στην διατομή (πχ. πυθμένας, θόλος, παρειές), τις εργασίες προετοιμασίας της επιφάνειας, τοποθέτησης, συγκόλλησης, στήριξης, στερέωσης κλπ καθώς και τις εργασίες, τον εξοπλισμό και τα υλικά για κάθε είδους ελέγχους – μετρήσεις - δοκιμές, για την τεχνικά άρτια τοποθέτηση των μεμβρανών, όπως προδιαγράφεται στις Προδιαγραφές και στη Μελέτη.

Δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας οι στεγανώσεις με ψεκαζόμενα επί τόπου υλικά που διαμορφώνουν μεμβράνες, οι στεγανώσεις με τσιμεντενέσεις ή άλλα ενέσιμα υλικά, οι στεγανώσεις με σκυρόδεμα χαμηλής διαπερατότητας και οι στεγανώσεις με φυσικά ή τεχνητά διογκούμενα υλικά.

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 στην παρούσα όταν θα ενσωματωθούν σε αυτή, με τροποποίηση ή αναθεώρησή της. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

- | | |
|--------------------------|---|
| ΕΛΟΤ EN 13491/A1 | Γεωσυνθετικά διαφράγματα - Απαιτούμενα χαρακτηριστικά για χρήση διαφράγματος υγρών στην κατασκευή σηράγγων και υπόγειων έργων -- Geosynthetic barriers - Characteristics required for use as a fluid barrier in the construction of tunnels and underground structures. |
| ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-02-00 | Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα υπογείων έργων και σηράγγων -- Sprayed concrete for underground works and tunnels. |
| ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-05-02-00 | Γεωυφάσματα προστασίας ή αποστράγγισης στεγανοποιητικών μεμβρανών επένδυσης σηράγγων -- Geotextiles for the protection or drainage of tunnel lining waterproofing membranes. |
| ΕΛΟΤ EN ISO 9001 E3 | Συστήματα διαχείρισης της ποιότητας – Απαιτήσεις -- Quality Management Systems – Requirements. |

ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 E2	Γενικές απαιτήσεις για την ικανότητα των εργαστηρίων δοκιμών και διακριβώσεων -- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
ΕΛΟΤ EN 863	Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση - - Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance.
ΕΛΟΤ EN 388	Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων -- Protective gloves against mechanical risks.
ΕΛΟΤ EN 397	Κράνη προστασίας -- Industrial safety helmets (Amendment A1:2000).
ΕΛΟΤ EN ISO 20345	Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση -- Safety Footwear for Professional Use.

3 Όροι και ορισμοί

Η παρούσα προδιαγραφή δεν κάνει χρήση όρων και ορισμών, οι οποίοι να είναι αναγκαίοι για την κατανόηση και εφαρμογή του κειμένου της.

4 Απαιτήσεις

4.1 Ενσωματωμένα υλικά

Τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιούνται θα είναι:

- Μεμβράνες.
- Υλικά στερέωσης.
- Υλικά διαμόρφωσης των επιφανειών έδρασης της μεμβράνης.

4.2 Χαρακτηριστικά μεμβρανών

Οι συνθετικές στεγανωτικές μεμβράνες κατασκευάζονται από υψηλά πολυμερή, συνήθως από χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC και PVC-P), από πολυαιθυλένιο (PE), από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE), από εύκαμπτες πολυολεφίνες (FPO), από πολυπροπυλαίνιο (PP). Οι μεμβράνες γενικά θα είναι εύκαμπτες, ανθεκτικές και με καλή εργασιμότητα. Η επιλογή τους, αν δεν προβλέπεται συγκεκριμένος τύπος στην Μελέτη, θα γίνεται στην βάση των μελετητικών προβλέψεων και ειδικότερα της απαίτησης τεχνικής διάρκειας ζωής της μεμβράνης, της χημικής σύστασης του γεωυλικού και του νερού, της υδραυλικής πίεσης που αναμένεται να επενεργεί στη σήραγγα και του εντατικού καθεστώτος που προβλέπεται να βρεθεί η μεμβράνη κατά την τεχνική διάρκεια ζωής της.

Η στεγανωτική μεμβράνη θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13491/A1.

Σημειώνεται ότι οι μονωτικές μεμβράνες πρέπει να ανθίστανται στην καταστροφή από πυρκαγιά και ειδικότερα πρέπει:

- 1) Να μην είναι εύφλεκτες.
- 2) Όταν καίγονται να μην δημιουργούν καπνό και οι απελευθερούμενες ουσίες να μην είναι τοξικές.
- 3) Να μην ρευστοποιούνται στις υψηλές θερμοκρασίες.

Σημείωση : Ο προμηθευτής και το υλικό θα διαθέτουν υποχρεωτικά Πιστοποιητικό Ποιοτικού Ελέγχου κατά ΕΛΟΤ EN ISO 9001 και θα έχουν σήμανση CE.

5 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών - προεργασίες

5.1 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών

Πριν από την εισκόμιση των υλικών της στεγανωτικής μεμβράνης, ο Ανάδοχος θα υποβάλλει για έγκριση από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία:

- (1) Πίνακα χαρακτηριστικών της μεμβράνης, με πιστοποιητικά εργαστηριακών δοκιμών από αναγνωρισμένο εργαστήριο πιστοποιημένο σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 E2
- (2) Δείγματα της μεμβράνης και των ειδικών τεμαχίων που θα χρησιμοποιηθούν (στερέωσης, συνδέσεων κ.λπ.).
- (3) Δήλωση συμμόρφωσης προϊόντος με το Πρότυπο ΕΛΟΤ-EN 13491.

Με βάση τις απαιτήσεις επιτελεσματικότητας του συστήματος στεγάνωσης και της σήραγγας, καθορίζονται στη Μελέτη το πεδίο εφαρμογής των μέτρων στεγάνωσης και το αν η μεμβράνη θα εφαρμόζεται στο σύνολο της περιφέρειας της διατομής της σήραγγας ή μόνο στο θόλο και στις παρειές.

Η στεγανωτική μεμβράνη δεν θα τοποθετείται ποτέ κατευθείαν πάνω στην επιφάνεια του γεωυλικού. Οι επιφάνειες έδρασης της μεμβράνης θα είναι από σκυρόδεμα ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

Επειδή κατά την κατασκευή της σήραγγας επικρατούν δύσκολες συνθήκες, είναι προτιμότερο οι εργασίες στεγάνωσης να αρχίζουν μόνο αφού η σήραγγα έχει πλήρως ανοιχθεί. Στην περίπτωση που τούτο δεν είναι εφικτό, προκύπτουν ουσιαστικές δυσκολίες για τη μεταφορά των υλικών, απαιτούνται ενισχυμένα μέτρα ασφαλείας και επίσης πρέπει οι εργασίες να διακόπτονται κατά τις ανατινάξεις. Το μέτωπο της στεγάνωσης πρέπει να απέχει ικανή απόσταση από το μέτωπο της σήραγγας ώστε να αποφεύγονται παρενοχλήσεις και να εξασφαλίζεται ομαλή εξέλιξη των εργασιών.

Επίσης είναι απαραίτητο να λαμβάνονται υπόψη οι συνθήκες του εργοταξίου (δίκτυα, νερά κ.λπ.) και να αντιμετωπίζονται κατάλληλα σε συνεννόηση με τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

5.2 Απαιτήσεις επιφάνειας εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Η ποιότητα της επιφάνειας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος συμβάλλει σημαντικά στην καλή λειτουργία του όλου συστήματος της στεγάνωσης, γιατί πάνω σ' αυτή γίνεται η στερέωση του συστήματος. Συμπληρωματικά με όσα αναφέρονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-02-00, σημειώνονται τα εξής:

Είναι επιβεβλημένο το στρώμα εξομάλυνσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος να καλύπτει όλες τις αιχμές, προεξοχές, κοιλώματα, τις ίνες που πιθανόν εμπεριέχονται, καθώς επίσης και τις στερεώσεις ή τα αγκύρια που χρησιμοποιούνται και μάλιστα με τρόπο τέτοιο που να εξασφαλίζονται οι εξής προϋποθέσεις:

- (1) Επαρκής αντοχή και σταθερότητα.
- (2) Στρώση εκτοξευόμενου σκυροδέματος με λεπτόκοκκα αδρανή μεγίστης διαμέτρου κόκκων έξι (6) mm και ελαχίστου πάχους 30 mm όπου απαιτείται.
- (3) Σχέση (λόγος) μήκους προς ύψος στις τοπικές προεξοχές, τουλάχιστον πέντε (5) προς ένα (1) στην περίπτωση ελαστικών μεμβρανών πάχους μέχρι δύο (2) mm, ενώ για σκληρότερες ή χονδρότερες μεμβράνες χρειάζεται σχέση δέκα (10) προς ένα (1) τουλάχιστον.
- (4) Ακτίνα "στρογγυλεμάτων" τουλάχιστον είκοσι (20) cm.

Η εφαρμογή των στρώσεων του εκτοξευόμενου σκυροδέματος συνιστάται να γίνεται σύμφωνα με τα ακόλουθα:

- (1) Να κατασκευάζεται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στο πάχος που απαιτείται για τη στατική λειτουργία της αρχικής υποστήριξης έχοντας ενσωματώσει τις κεφαλές των προβλεπόμενων αγκυρίων.
- (2) Αφού σταθεροποιηθεί η βραχομάζα και μηδενιστεί ο ρυθμός εξέλιξης των τυχόν παραμορφώσεων μετά την διάνοιξη, να εφαρμόζεται η στρώση του εκτοξευομένου σκυροδέματος (εξομάλυνσης), με διαβάθμιση κόκκων 0 - 6 mm.

Πριν την έναρξη της εργασίας για την τοποθέτηση των υλικών υδατοστεγάνωσης, θα γίνεται, τμηματικά, η παραλαβή της επιφάνειας του εκτοξευομένου σκυροδέματος από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, μαζί με τον έλεγχο για τις ελάχιστες διαστάσεις της διατομής. Σε όσα σημεία υποδείξει η Διευθύνουσα Υπηρεσία, πρέπει να βελτιωθεί η επιφάνεια του εκτοξευομένου σκυροδέματος, εάν αυτή δεν κρίνεται ικανοποιητική.

5.3 Προστασία της μεμβράνης στην επαφή με το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Προκειμένου να προστατεύεται η στεγανωτική μεμβράνη από βλάβες που δύνανται να προκληθούν από ανωμαλίες του εκτοξευομένου σκυροδέματος ή των στοιχείων της άμεσης υποστήριξης, πριν την τοποθέτησή της προηγείται η τοποθέτηση προστατευτικής στρώσης η οποία παράλληλα μπορεί, εφ' όσον προβλέπεται, να λειτουργεί και σαν υδρομαστευτική και αποστραγγιστική στρώση. Η στρώση αυτή θα πρέπει να τοποθετηθεί αφού θα έχει προηγηθεί εξομάλυνση του εσωραχίου της άμεσης υποστήριξης της σήραγγας, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην προηγούμενη παράγραφο (3.1). Τα χαρακτηριστικά της στρώσης αυτής θα είναι σύμφωνα με αυτά που καθορίζονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-05-02-00.

5.4 Συγκόλληση των στεγανωτικών μεμβρανών

Η στεγάνωση του θόλου γίνεται για τεχνικούς λόγους ακτινικά προς τον άξονα της σήραγγας και απολήγει στη σύνδεση με τον αποστραγγιστικό σωλήνα στην βάση της διατομής ή με τη μεμβράνη του πυθμένα. Όταν προβλέπεται μεμβράνη και στον πυθμένα, μετά τη διάστρωση και τοποθέτησή της θα καλύπτεται με στρώση εκτοξευομένου σκυροδέματος πάχους μέχρι 5 cm ή τσιμεντοκονία για προστασία της από τις εργασίες τοποθέτησης του οπλισμού κ.λπ.

Οι λωρίδες της μεμβράνης αλληλοεπικαλύπτονται υποχρεωτικά, για τη συγκόλληση μεταξύ τους κατά απόλυτα στεγανό τρόπο. Η συγκόλληση γίνεται με τη μέθοδο του θερμού πυρήνα (hot air double welding).

Το ελάχιστο πλάτος της επικάλυψης εξαρτάται από τον τρόπο εργασίας του Αναδόχου και θα εγκριθεί από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, αφού υποβάλλει ο Ανάδοχος τα απαραίτητα στοιχεία. Σημειώνεται ότι η συνήθης επικάλυψη των φύλλων ανέρχεται σε 13-15 cm.

Η προστατευτική στρώση (γεωϋφασμα) στερεώνεται πάνω στην επιφάνεια του εκτοξευομένου σκυροδέματος με την χρήση ταινιών ή δίσκων (ροδελών) από συνθετική ύλη, οι οποίες καρφώνονται πάνω στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με χαλύβδινο καρφί. Πάνω σ' αυτές τις ροδέλες στερεώνεται με θερμοκόλληση η μονωτική μεμβράνη.

Η θερμοκόλληση της μεμβράνης γίνεται στην επιφάνεια των δίσκων. Έτσι σε μία αύξηση των φορτίων της βραχομάζας (π.χ. λόγω δυναμικής καταπόνησης) η μεμβράνη απλά θα αποκολληθεί από κάποιους δίσκους, χωρίς να σχισθεί.

Η ποιότητα της συγκόλλησης των ραφών προκύπτει σαν συνισταμένη της σωστής θερμοκρασίας συγκόλλησης και της κατάλληλης μηχανικής πίεσης που ασκείται πάνω στην θέση τοπικής τήξης του υλικού των μεμβρανών στο σημείο της συγκόλλησης. Η ραφή θα είναι υποχρεωτικά διπλή, για λόγους ασφαλείας της στεγάνωσης και για να είναι δυνατός ο έλεγχος της στεγανότητάς της.

Θα χρησιμοποιούνται αυτόματες μηχανές συγκόλλησης δι' επαφής με μεταλλικό θερμαντικό στοιχείο. Οι αυτόματες αυτές μηχανές θα διαθέτουν ειδικό σύστημα, με μόνιμη διάταξη αντιστήριξης, που κινείται με χωριστό μικρο-κινητήρα. Σαν αποτέλεσμα αυτού, η συγκόλληση θα είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή όχι υπόβαθρου στήριξης των μεμβρανών.

Η ταχύτητα της συσκευής ρυθμίζεται σύμφωνα με την απαιτούμενη θερμοκρασία και μάλιστα με δυνατότητα συνεχούς διαβάθμισης (ηλεκτρονική ρύθμιση) και κατά συνέπεια στον χειριστή απομένει απλώς να

καθοδηγεί την συσκευή και να επιμελείται για την διατήρηση επαρκούς επικάλυψης και για την ακινητοποίηση του μηχανήματος, σε περίπτωση κάποιας ανωμαλίας. Η συγκολλητική ραφή, με το παραπάνω μηχανήμα, δύναται να αρχίσει είτε από το ένα είτε από το άλλο άκρο της μεμβράνης στο μήκος της και, σε γενική περίπτωση, συνεχίζεται "μια και έξω", δηλαδή σε μια διαρκή φάση, μέχρι το άλλο άκρο.

Το θερμαντικό στοιχείο έχει εσοχή, πλάτους δέκα (10) mm περίπου στο κέντρο, ώστε να δημιουργείται μια γεωμετρική, εκ των προτέρων προσδιορισμένη, διακοπή της συνεχούς ραφής στο σημείο αυτό. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται καθ' όλο το μήκος της ραφής ένα "αυλάκι", ενώ η ραφή καθίσταται διπλή.

Το ολικό πλάτος της διπλής ραφής πρέπει να είναι τριάντα (30) mm, εφ' όσον χρησιμοποιείται αυτόματη μηχανή, ή σαράντα (40) mm, προκειμένου για χρήση μονάδων θερμού αέρα.

Το αυλάκι μεταξύ των δυο ραφών χρησιμεύει στην συνέχεια στον έλεγχο της στεγανότητας και της μηχανικής αντοχής της ραφής με την βοήθεια πεπιεσμένου αέρα, που εισπνέζεται μέσα σ' αυτό υπό πίεση διακοσίων (200) kPa επί δέκα (10) λεπτά της ώρας. Πριν από τον έλεγχο πρέπει να επιβεβαιωθεί το ότι οι ραφές έχουν κρυώσει επαρκώς. Στην πράξη, οι ραφές μπορούν να ελέγχονται όλες μαζί προς το τέλος κάθε βάρδιας εργασίας.

5.5 Τοποθέτηση και στερέωση των προστατευτικών μεμβρανών

Οι δίσκοι στερέωσης θα παρουσιάζουν εσοχή τεσσάρων (4) mm βάθους, για την υποδοχή της κεφαλής του καρφιού, και διάμετρο ή εύρος κατ' ελάχιστο ογδόντα (80) mm.

Κάτω από τους δίσκους της συνθετικής ύλης και από την κεφαλή του καρφιού, προβλέπεται η τοποθέτηση μεταλλικού δίσκου, με ελάχιστη διάμετρο είκοσι (20) mm και ελάχιστο πάχος ένα (1) mm, έτσι ώστε κατά το χτύπημα των καρφιών να μην παρουσιάζεται "σταμπάρισμα".

Γενικά, σε περιπτώσεις ομοιόμορφων εκσκαφών βράχου, τρία σημεία στερέωσης κατά μέσο όρο ανά τετραγωνικό μέτρο επαρκούν. Σε περιπτώσεις πάντως εκτεταμένων ανωμαλιών στις εκσκαφές, ιδίως στην περιοχή της οροφής της σήραγγας, απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός σημείων στήριξης. Ο αριθμός των σημείων στερέωσης πρέπει να ανέρχεται κατ' ελάχιστο σε:

- Ένα (1) τεμάχιο ανά m^2 στην περιοχή του δαπέδου.
- Δύο (2) τεμάχια ανά m^2 στην περιοχή των παρειών.
- Τρία (3) τεμάχια ανά m^2 στην περιοχή της οροφής.

Η επιφάνεια της μεμβράνης που συγκολλάται στο δίσκο θα υπερβαίνει το 80% της επιφάνειας του δίσκου.

Ιδιαίτερη προσοχή θα δίνεται κατά τη στερέωση της μεμβράνης για την αποφυγή δημιουργίας πτυχών μετά τη σκυροδέτηση, οι οποίες έχει αποδειχθεί ότι αντιπροσωπεύουν αδύναμα σημεία στο όλο σύστημα. Οι κυριότερες αιτίες δημιουργίας πτυχώσεων είναι ανώμαλη ή κυματοειδής επιφάνεια έδρασης, ανεπαρκής αριθμός και ακατάλληλη κατανομή των σημείων στερέωσης, τριβή μεταξύ μεμβράνης και προστατευτικής στρώσης, διαδικασία σκυροδέτησης σε συνδυασμό με την εκλυόμενη θερμότητα από την ενυδάτωση του τσιμέντου.

Η όλη εκτέλεση της στεγάνωσης, όπως περιγράφηκε ήδη, θα πραγματοποιείται με τη βοήθεια κινητού φορείου (σκαλωσιάς).

Η διάταξη του φορείου αυτού θα είναι τέτοια, ώστε να μη παρεμποδίζεται η ροή των άλλων εργασιών, που γίνονται στη σήραγγα. Ο κατάλληλος σχεδιασμός του φορείου είναι ουσιαστικής σημασίας για την επίτευξη ικανοποιητικού ρυθμού εργασίας.

Η ασφάλεια στον χώρο της εργασίας επιβάλλει συνεχή και επαρκή φωτισμό.

5.6 Κατασκευαστικοί αρμοί

Οι κατασκευαστικοί αρμοί στη μόνιμη επένδυση με σκυρόδεμα αντιπροσωπεύουν μια επικίνδυνη περιοχή στην όλη στεγάνωση. Συνήθως στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται μεγαλύτερες διατμητικές τάσεις πάνω στις μεμβράνες. Εξ άλλου δημιουργούνται κίνδυνοι και κατά τη φάση της τοποθέτησης και εφαρμογής του μεταλλότυπου της σκυροδέτησης. Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται πρόσθετη εξασφάλιση της στεγανωτικής μεμβράνης στη θέση των κατασκευαστικών αρμών, που επιτυγχάνεται με επικόλληση πρόσθετης προστατευτικής λωρίδας από το ίδιο υλικό πλάτους 50 cm, που τοποθετείται πάνω στην κυρίως ραφή, περιφερειακά και συγκολλάται με χειροκίνητη μηχανή. Η Μελέτη επί πλέον μπορεί να προδιαγράψει άλλη εναλλακτική μέθοδο (π.χ. διαμερισματοποίηση κ.λπ.).

5.7 Στεγάνωση μετώπων εισόδων

Η σύνδεση των στεγανωτικών κατασκευών εντός της σήραγγας με αυτές των εισόδων γίνεται σε περιοχή ευαίσθητη σε καθιζήσεις και γι' αυτό θα πρέπει να διαμορφωθεί ιδιαίτερα. Κατά κανόνα οι κατασκευές εισόδου διαμορφώνονται μετά την ολοκλήρωση της εσωτερικής επένδυσης με σκυρόδεμα και κατά συνέπεια στο χρόνο που μεσολαβεί θα πρέπει να προστατεύεται η στεγάνωση με βοηθητικά μέσα.

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής της εισόδου, απομακρύνεται η βοηθητική στερέωση και σφραγίζεται ο αρμός. Η είσοδος που κατασκευάζεται με ανοικτή μέθοδο στεγανώνεται αφού περιληφθεί η μεμβράνη μεταξύ δύο γεωϋφασμάτων προστασίας. Εάν αργότερα επικαλυφθεί με κονίαμα, τότε συνιστάται να γίνει προστατευτική επικάλυψη με σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 5 cm ή όπως αλλιώς προβλεφθεί από τη Μελέτη.

Η τελική στερέωση της στεγανωτικής μεμβράνης περιμετρικώς της εισόδου πραγματοποιείται μηχανικά με κατάλληλη λάμα ή με συγκόλληση σε ειδικά προφίλ ενσωματωμένα στο σκυρόδεμα κατά την έγχυση.

5.8 Διελεύσεις στοιχείων διαμέσου της μεμβράνης

Διελεύσεις διαφόρων στοιχείων (σωλήνων κ.λπ.) αντιμετωπίζονται κυρίως με κατασκευές φλαντζών. Η στρώση προστασίας (γεωϋφασμα) δεν θα παρέμβληθεί μεταξύ των φλαντζών. Η μεμβράνη στεγάνωσης συσφίγγεται μεταξύ δύο στρώσεων NEOPREN 5 mm πάχους.

Οι διαστάσεις των φλαντζών, ανάλογα με τις επιδράσεις (νερό υπό πίεση ή όχι) θα κατασκευάζονται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή της μεμβράνης και τα σχετικά σχέδια εφαρμογής και θα έχουν την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

6 Κριτήρια παραλαβής περατωμένων εργασιών

- Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής ενσωματωμένων υλικών. Όλα τα στεγανοποιητικά υλικά πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους όπως επίσης και με όλα τα άλλα γειτονικά υλικά κατασκευής κύρια και βοηθητικά και πρέπει να συμπεριφέρονται ομοιόμορφα απέναντι στις εξωτερικές επιδράσεις και να έχουν την ανάλογη αντοχή σε διάρκεια ζωής έναντι του χρόνου ζωής του έργου. Δεν επιτρέπεται να υφίσταται κάποια δυσμενής αλληλεπίδραση μεταξύ των υλικών κατασκευής ενός και του αυτού φορέα. Έλεγχος της δήλωσης συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του Προτύπου του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13491.
- Έλεγχος φακέλου εργαστηριακών δοκιμών. Σχετικά με τις απαιτήσεις συμμόρφωσης θα ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13491, εκτός εάν οριστεί διαφορετικά από την Διευθύνουσα Υπηρεσία.
- Έλεγχος των Πρωτοκόλλων Παραλαβής της επιφάνειας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (όπου προβλέπεται).
- Έλεγχος των Πρωτοκόλλων Παραλαβής των εργοταξιακών ραφών της μεμβράνης.

- Σε κάθε στάδιο της κατασκευής θα γίνεται έλεγχος από την Διευθύνουσα Υπηρεσία για να διαπιστωθεί εάν η κατασκευή έγινε σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή.

Για τις ανάγκες του παραπάνω ελέγχου θα συντάσσεται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία Λίστα Ελέγχου Εργασιών, η οποία θα περιλαμβάνει: α) όλες τις επί μέρους εργασίες που απαιτούνται για την έντεχνη και αποτελεσματική κατασκευή του συστήματος στεγάνωσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής, β) αναγραφή συμμόρφωσης ή μη, με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής, για κάθε επί μέρους εργασία, γ) παρατηρήσεις για διορθωτικές δράσεις.

Η λίστα θα συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής και σε περίπτωση μη τελικής συμμόρφωσης η εργασία ή/και το υλικό θα απορρίπτεται και θα επαναλαμβάνεται η κατασκευή του. Η Λίστα Ελέγχου Εργασιών μπορεί να αφορά μεμονωμένη εργασία ή ομάδα εργασιών.

Όλες οι ραφές της χαλαρά τοποθετημένης στεγανωτικής μεμβράνης θα υποβληθούν σε μια (συνεχή) δοκιμή στεγανότητας. Η πίεση της δοκιμής του πεπιεσμένου αέρα της δοκιμής δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2,5 bar. Η διάρκεια της δοκιμής πρέπει κατ' ελάχιστον να ανέρχεται στα 10 λεπτά και κατά μέγιστο στα 30 λεπτά.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να μειώνονται τα μήκη των ενώσεων (ραφών) που δοκιμάζονται.

Οι δοκιμές των ραφών της χαλαρής μονωτικής μεμβράνης θα εκτελούνται παρουσία εκπροσώπου του Αναδόχου και της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Θα πρέπει να τηρηθεί Πρωτόκολλο Δοκιμών, το οποίο, κατ' ελάχιστον, θα περιέχει τις παρακάτω ενδείξεις :

- Έργο.
- Θέση.
- Ανάδοχος.
- Υπεργολάβος στεγάνωσης (αν υπάρχει).
- Μέθοδος δοκιμής.
- Αποτέλεσμα δοκιμής, σχόλια, κρίσεις.
- Γενική κατάσταση της στεγάνωσης.
- Θερμοκρασία κατά την τοποθέτηση.
- Υπογραφή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.
- Υπογραφή του Αναδόχου.
- Υπογραφή του Υπεργολάβου στεγάνωσης (αν υπάρχει).

7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

- Εργασία υπό συνθήκες θορύβου, ο οποίος αυξάνεται με την ανάκλαση στις παρειές της σήραγγας.
- Εργασία σε χώρο περιορισμένο, παρουσία εμποδίων και με την υποχρέωση εξασφάλισης ασφαλών συνθηκών διακίνησης στην σήραγγα κατά την διάρκεια κατασκευής της. Διακίνηση στην σήραγγα στην διάρκεια κατασκευής - διάδρομοι πεζών. Δεδομένου ότι οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι οφείλονται σε

κακές συνθήκες ή σε εμπόδια στους διαδρόμους κίνησης πεζών, θα εξασφαλίζονται επαρκώς ασφαλείς συνθήκες διακίνησης, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο διατιθέμενο χώρο.

- Ηλεκτροπληξία.
- Βραχυκύκλωμα και πυρκαϊά ή επέκταση της πυρκαϊάς στην μεμβράνη.
- Μεταφορά βαρέων αντικειμένων.
- Χρήση ουσιών. Τα διάφορα συστατικά πιθανόν να είναι επιβλαβή.
- Εργασία σε ύψος

7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς τις ακόλουθες ή και άλλες ισχύουσες σχετικές διατάξεις σχετικά με την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων σε υπόγεια τεχνικά έργα:

- Π.Δ.1073/16-9-81 “Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών εις εργοτάξια οικοδομικών και πάσης φύσεως έργων αρμοδιότητας Πολιτικού Μηχανικού”.
- Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/Φ114080/732/96 “Ενσωμάτωση των διατάξεων της οδηγίας 92/104/ΕΟΚ “Περί των ελαχίστων προδιαγραφών για την βελτίωση της προστασίας, της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων στις υπαίθριες ή υπόγειες εξορυκτικές βιομηχανίες” στον Κανονισμό Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών” (ΦΕΚ 771/Β).
- Π.Δ.252/89 “Περί υγιεινής και ασφαλείας στα υπόγεια τεχνικά έργα” (ΦΕΚ 106Β/ /2.5.89).
- ΕΛΟΤ HD 384-E2: Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
- Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931Β/ 31.12.84).
- Π.Δ. 305/96 “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 92/57/ΕΟΚ” σε συνδυασμό με την υπ’ αριθμ. 130159/7-5-97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/19-5-97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με το εν λόγω Π.Δ..
- Π.Δ. 396/94 ΦΕΚ:221/Α/94 “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας για την χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ”.
- Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α/91) “Σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στον θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ”.
- Π.Δ. 397/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ”.

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

Πίνακας 1 - ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Προστατευτική ενδυμασία	ΕΛΟΤ EN 863
Προστασία χεριών και βραχιόνων	ΕΛΟΤ EN 388
Προστασία κεφαλιού	ΕΛΟΤ EN 397
Προστασία ποδιών	ΕΛΟΤ EN ISO 20345

Για τη διακίνηση των πεζών θα κατασκευάζεται διάδρομος διέλευσης πεζών με αντιολισθηρή επιφάνεια σε όλο το μήκος της σήραγγας όπου γίνονται εργασίες διάνοιξης ή άλλες συνοδές εργασίες. Οι διάδρομοι θα προστατεύονται από εναπόθεση διαρροών, κυρίως μπεντονίτη, που δημιουργούν ολισθηρή επιφάνεια.

Για τη διαρρύθμιση των μηχανών και των λοιπών εγκαταστάσεων, στην περίπτωση που πιθανολογείται η ύπαρξη εκρήξιμης ατμόσφαιρας, θα ισχύουν οι προβλέψεις της Οδηγίας 94/9/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Μαρτίου 1994 σχετικά με την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών - μελών για τις συσκευές και τα συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εκρηξιμες ατμόσφαιρες (*Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 100 της 19/04/1994 σ. 0001 – 0029*), αλλά και αυτές του Π.Δ. 42/2003 (ΦΕΚ44/Α/21-02-2003) "Σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για τη βελτίωση της προστασίας και της ασφάλειας των εργαζομένων οι οποίοι είναι δυνατόν να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρηκτικές ατμόσφαιρες σε συμμόρφωση με την οδηγία 1999/92/ΕΚ της 16-12-1999 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου".

Όλες οι επί μέρους μηχανικές διατάξεις θα συμμορφώνονται προς τα Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών (Κατάλογος ΕΛΟΤ όπως κάθε φορά ισχύει).

Για τη διαχείριση των παντός είδους χρησιμοποιούμενων υλικών θα εφαρμόζονται οι εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις όπως τροποποιούνται και προσαρμόζονται στην τεχνική πρόοδο. Ενδεικτικά ισχύουν και θα εφαρμόζονται:

- Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93) "Για την προστασία των εργαζομένων από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 88/642/ΕΟΚ"
- Π.Δ. 399/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) "Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που συνδέονται με την έκθεση σε καρκινογόνους παράγοντες κατά την εργασία σε συμμόρφωση με την οδηγία του Συμβουλίου 90/394/ΕΟΚ" και οι τροποποιήσεις του με τα Π.Δ.127/2000 (ΦΕΚ 111/Α/2000) και Π.Δ. 43/2003 (ΦΕΚ 44/Α/21-2-2003)
- Π.Δ.90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/99) "Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανωτάτων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής" και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93)
- Π.Δ.338/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) "Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες"
- Π.Δ.339/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) Τροποποίηση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) "Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους"

Κατά τη διάρκεια της κατασκευής θα πρέπει:

- Να μη γίνονται εργασίες με φλόγα στις περιοχές στις οποίες είναι ακάλυπτα τα μονωτικά υλικά.
- Να υπάρχουν κατάλληλες εγκαταστάσεις πυρασφάλειας.
- Να περιορίζεται το μήκος των τμημάτων της σήραγγας στο οποίο γίνονται εργασίες μόνωσης και όπου υπάρχουν υλικά μόνωσης εκτεθειμένα σε κινδύνους πυρκαϊάς.
- Να υπάρχουν αρκετοί δρόμοι φυγής από τα εκτεθειμένα τμήματα.

8 Τρόπος επιμέτρησης

Η επιμέτρηση της πλήρους στεγάνωσης σιηράγγων με συνθετικές μεμβράνες όταν απαιτείται, θα γίνεται σε τετραγωνικά μέτρα τελειωμένης υδατοστεγανωμένης επιφάνειας σιηράγγας.

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

- Η διάθεση του κατάλληλου εργατικού-τεχνικού δυναμικού και του απαιτούμενου εξοπλισμού-μηχανήματος με τις σταλίες τους
- Η προμήθεια των απαραίτητων υλικών, μικροϋλικών - εξαρτημάτων
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο
- Οι κάθε είδους εργασίες για την πλήρη τοποθέτηση σε οποιαδήποτε θέση και ύψος (φωλιές, διευρύνσεις, είσοδοι κλπ)
- Η εξασφάλιση στεγάνωσης των διερχόμενων σωλήνων, στερέωση, συγκόλληση της μεμβράνης
- Φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κ.λ.π. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.