

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-04-01-00:2009

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Μόνιμη Επένδυση Σηράγγων από Έγχυτο επί τόπου Σκυρόδεμα

Tunnel lining with cast in-situ concrete

Κλάση τιμολόγησης: 8

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-04-01-00 «**Μόνιμη Επένδυση από Έγχυτο επί τόπου Σκυρόδεμα**» 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 1501-12-04-01-00, 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 1501-12-04-01-00 εγκρίθηκε την 23^η Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών.

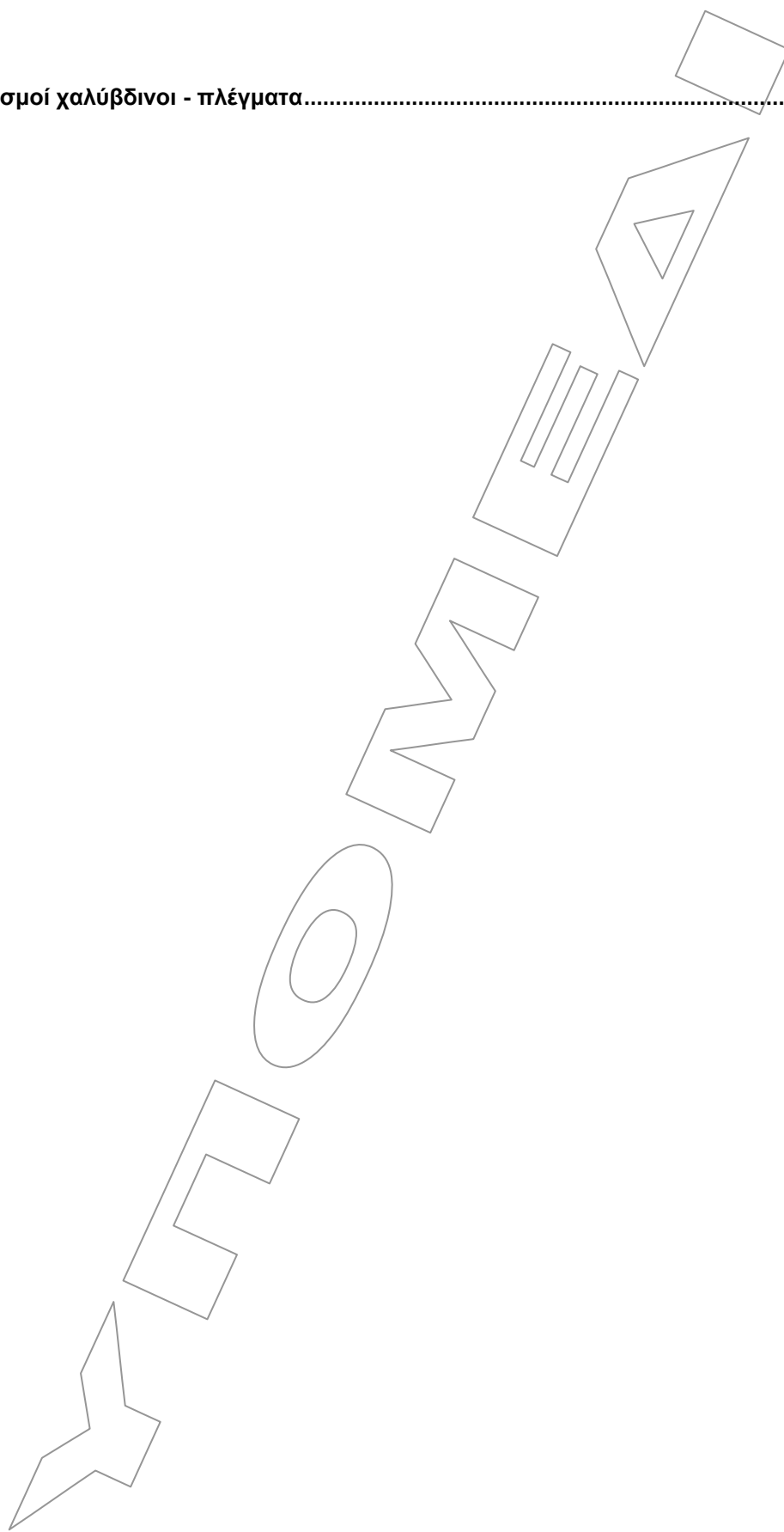
© ΕΛΟΤ 2009

Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, κανένα μέρος αυτού του Προτύπου δεν επιτρέπεται να αναπαραχθεί ή χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, περιλαμβανομένων φωτοαντιγραφής και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	5
1 Αντικείμενο	7
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	7
3 Όροι και ορισμοί	8
4 Απαιτήσεις.....	8
4.1 Γενικές απαιτήσεις - αναφορές	8
4.2 Ενσωματωμένα υλικά.....	9
4.3 Χαρακτηριστικά υλικών	9
5 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών	10
5.1 Μέθοδος εκτέλεσης σκυροδέτησης	10
5.2 Προετοιμασία για την διάστρωση σκυροδέματος στο δάπεδο της σήραγγας	10
5.3 Τοποθέτηση οπλισμών	11
5.4 Διάστρωση σκυροδέματος σε θεμέλια	12
5.5 Αρμοί κατασκευής – Αρμοί συστολής / διαστολής	13
5.6 Μεταλλότυποι σιηράγγων	15
5.7 Διάστρωση σκυροδέματος στις παρειές και στους θόλους επενδύσεων σιηράγγων	16
5.8 Συμπύκνωση σκυροδέματος.....	17
5.9 Επεξεργασία και επισκευή της επιφάνειας σκυροδέματος μόνιμης επένδυσης.....	17
5.10 Συντήρηση του σκυροδέματος της μόνιμης επένδυσης	18
5.11 Ανοχές της μόνιμης επένδυσης	19
6 Κριτήρια παραλαβής περατωμένων εργασιών.....	20
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος	20
7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών	20
7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας	21
8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών	23
8.1 Έγχυτο σκυρόδεμα.....	23
8.2 Τύποι (μεταλλότυποι – ξυλότυποι)	23

8.3	Οπλισμοί χαλύβδινοι - πλέγματα.....	24
-----	-------------------------------------	----



Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εντάσσεται στη σειρά των Π.Ε.Τ.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.



Μόνιμη Επένδυση από Έγχυτο επί τόπου Σκυρόδεμα

1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στο σύνολο των εργασιών, υλικών και εξοπλισμού που απαιτούνται για την κατασκευή της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας σε κάθε είδους διατομές σήραγγων, στα τεχνικά έργα εισόδου στα στόμια της σήραγγας, σε ευθύγραμμα ή/και καμπύλα τμήματα (σε οριζοντιογραφία ή/και μηκοτομή), στις θέσεις τοποθέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (φωλιές, διευρύνσεις, κανάλια κ.λπ.), κλπ, από σκυρόδεμα, οπλισμένο ή μη, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη. Η μόνιμη επένδυση από έγχυτο σκυρόδεμα που εφαρμόζεται σε όλο το μήκος της σήραγγας, αποτελεί, εκτός από στατικό στοιχείο, και στοιχείο τελικής επιφάνειας του εσωτερικού της σήραγγας, εκτός και αν η Μελέτη προβλέπει διαφορετικά.

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 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 ΤΠ 1501-01-01-01-00	Παραγωγή και μεταφορά σκυροδέματος -- Concrete production and transport.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00	Συντήρηση σκυροδέματος -- Concrete curing.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00	Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος -- Steel reinforcement for concrete.
ΕΛΟΤ EN 450-1	Ιπτάμενη τέφρα για σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμός, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης -- Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria.
ΕΛΟΤ EN 13263-1	Πυριτική παιπάλη για σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμοί απαιτήσεις και κριτήρια συμμόρφωσης -- Silica fume for concrete - Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria.
ΕΛΟΤ EN 13263-2	Πυριτική αιθάλη κατάλληλη για το σκυρόδεμα. Μέρος 2: Αξιολόγηση συμμόρφωσης -- Silica fume for concrete - Part 2: Conformity evaluation.
ΕΛΟΤ EN 14889-1	Ινες σκυροδεμάτων. Μέρος 1: Χαλύβδινες ίνες. Ορισμός, προδιαγραφές και συμμόρφωση -- Fibres for concrete - Part 1: Steel fibres - Definition, specifications and conformity.

ΕΛΟΤ EN 14889-2	Ινες οπλισμού σκυροδέματος. Μέρος 2: Ινες από πολυμερή. Ορισμός, προδιαγραφή και συμμορφωση -- Fibres for concrete - Part 2: Polymer fibres - Definition, specification and conformity.
ΕΛΟΤ EN 14845-2	Μέθοδοι δοκιμών ινών οπλισμού σκυροδέματος. Μέρος 2: Επιπτώσεις επί της αντοχής -- Test methods for fibres in concrete - Part 2: Effect on strength.
ΕΛΟΤ EN 14295	Αναλώσιμα συγκολλήσεων - Συρμάτινα και σωληνοειδή ηλεκτρόδια και συνδυασμοί ηλεκτροδίων συλλιπάσματος για συγκολλήσεις τόξου με εμβάπτιση, χαλύβων υψηλής αντοχής - Ταξινόμηση -- Welding consumables - Wire and tubular cored electrodes and electrode-flux combinations for submerged arc welding of high strength steels - Classification.
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.
ΕΛΟΤ EN 352.01 E2:	Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 1: Ωτοασπίδες -- Hearing protectors - General requirements - Part 1: Ear-muffs.
ΕΛΟΤ EN 352.02 E2	Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 2: Ωτοβύσματα -- Hearing protectors - General requirements - Part 2: Ear-plugs.
ΕΛΟΤ EN 352.03 E2	Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 3: Ωτοασπίδες επί βιομηχανικού κράνους ασφαλείας -- Hearing protectors - General requirements - Part 3: Ear-muffs attached to an industrial safety helmet.
ΕΛΟΤ EN 352.04	Μέσα προστασίας της ακοής - Απαιτήσεις ασφάλειας και δοκιμές - Μέρος 4: Ωτοασπίδες με εξασθένιση εξαρτώμενη από τη στάθμη του θορύβου -- Hearing protectors - Safety requirements and testing - Part 4: Level-dependent ear-muffs.

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 Γενικές απαιτήσεις - αναφορές

Η πλήρης κατασκευή της μόνιμης επένδυσης από έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα, περιλαμβάνει την προμήθεια, μεταφορά επί τόπου των έργων και αποθήκευση των απαραίτητων υλικών παραγωγής του σκυροδέματος (τσιμέντο, αδρανή, νερό, πρόσμικτα, πρόσθετα κλπ), των οπλισμών, συνδέσμων, στηριγμάτων κλπ κονιαμάτων, σωλήνων ενεμάτων, ρητινών επισκευής, άμμου κλπ καθώς και κάθε άλλου υλικού-μικροϋλικού για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σηράγγων και της

θεμελίωσής της, όπως προδιαγράφεται στις Προδιαγραφές και στη Μελέτη, ανεξάρτητα από τον τύπο αυτής (πχ. θόλος, μεμονωμένα πέδιλα, ανάστροφο τόξο κλπ.).

Περιλαμβάνει επίσης την διάθεση όλου του εργατικού και τεχνικού δυναμικού και του μηχανικού εξοπλισμού με τις σταλίες του, που είναι απαραίτητα για την παρασκευή, ανάμιξη, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση, δόνηση, και συντήρηση του σκυροδέματος, για τη δημιουργία αρμών, την εφαρμογή αμμοβολής και για κάθε είδους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές, για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σηράγγων, όπως προδιαγράφεται στις Προδιαγραφές και στη Μελέτη. Ο μηχανικός εξοπλισμός αφορά και στη διάθεση του ειδικού τύπου (σιδηρότυπου ή ξυλότυπου) που απαιτείται για την κατασκευή του θόλου και των λοιπών τμημάτων της σήραγγας (θεμέλια κ.λπ.), καθώς και του εξωτερικού τύπου στα τεχνικά έργα διαμόρφωσης των στομών της σήραγγας.

Περιλαμβάνει επίσης τις εργασίες παραγωγής του σκυροδέματος, τοποθέτησης οπλισμού, έκχυσης, δόνησης κλπ του σκυροδέματος, προετοιμασίας για τις τσιμεντενέσεις επαφής χαμηλής πίεσης (2 έως 3 bar), για την πλήρωση των κενών μεταξύ της μόνιμης επένδυσης και της εξωτερικής επιφάνειας (της επιφάνειας της στεγανωτικής μεμβράνης ή του εκτοξευμένου σκυροδέματος ή και του γεωυλικού), τοποθέτησης πλαστικών σωλήνων για την εκτέλεση των τσιμεντενέσεων επαφής, εκτέλεσης των τσιμεντενέσεων, διαμόρφωσης και πλήρωσης των αρμών, δημιουργίας σκοτίας στις θέσεις των αρμών ή/και στο ενδιάμεσο αυτών, επεξεργασίας της επιφάνειας του σκυροδέματος, καθώς και κάθε άλλη εργασία τους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές, που προδιαγράφεται στις Προδιαγραφές και στη Μελέτη για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σηράγγων.

Η τελική επιφάνεια του σκυροδέματος της μόνιμης επένδυσης, αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στην Μελέτη, θα είναι λεία, χωρίς ελαττώματα και κυψέλες, και οποιαδήποτε τέτοια ελαττώματα θα διορθώνονται από τον Ανάδοχο, σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Επίσης, θα λαμβάνεται μέριμνα να τοποθετούνται στην επένδυση πριν από την σκυροδέτηση όλα τα προβλεπόμενα από την Μελέτη τεμάχια, τα οποία θα στηρίζονται κατάλληλα με εγκεκριμένη μέθοδο, για να εξασφαλίζεται ότι δεν θα μετατοπισθούν κατά την διάρκεια της σκυροδέτησης. Τέτοια τεμάχια είναι όργανα, σωληνώσεις καλωδίων, οπλισμοί κ.λπ.

Γενικά, όσον αφορά στα χρησιμοποιούμενα υλικά και στις εργασίες διάστρωσης, συμπίκνωσης, συντήρησης, καθώς και στις δειγματοληψίες, ελέγχους συμμόρφωσης και ποιοτικό έλεγχο του σκυροδέματος κατασκευής της μόνιμης επένδυσης σηράγγων, ισχύουν τα αναφερόμενα στις οικείες Προδιαγραφές. Οι προδιαγραφές για τα υλικά, τον τρόπο εργασίας κ.λπ. των τσιμεντενέσεων επαφής αναφέρονται στο οικείο άρθρο των Προδιαγραφών. Το στατικά απαιτούμενο πάχος της μόνιμης επένδυσης είναι αυτό που ορίζεται στην Οριστική Μελέτη.

4.2 Ενσωματωμένα υλικά

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται είναι:

- Σκυρόδεμα.
- Οπλισμοί από χάλυβα.
- Ινοπλισμός.

4.3 Χαρακτηριστικά υλικών

4.3.1 Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα θα συμμορφώνεται προς τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00

Η κατηγορία του σκυροδέματος και ενδεχομένως ειδικές απαιτήσεις θα καθορίζονται από την Μελέτη. Η Μελέτη Σύνθεσης θα διασφαλίζει την ικανοποίηση όλων των απαιτήσεων της Μελέτης με τη ελάχιστη ποσότητα τσιμέντου, για την μείωση της εκλυόμενης θερμότητας ενυδάτωσης και την αποφυγή ανάπτυξης ρηγματώσεων.

Αν δεν ορίζεται διαφορετικά στην Μελέτη, το τσιμέντο του σκυροδέματος του θόλου θα είναι υψηλής πρώιμης αντοχής (R), όπως ορίζεται στην παρ. 7.1.2. του προτύπου ΕΛΟΤ EN 197-1.

Σε περίπτωση χρήσης ιπτάμενης τέφρας, αυτή θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 450-1.

Αντίστοιχα, η πυριτική παιπάλη θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των προτύπων ΕΛΟΤ EN 13263-1 και ΕΛΟΤ EN 13263-2.

4.3.2 Οπλισμός

Ο οπλισμός του σκυροδέματος, όπως καθορίζεται στην Μελέτη, θα συμμορφώνεται στις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00.

4.3.3 Ινοπλισμός

Οι ίνες που θα χρησιμοποιηθούν για οπλισμό σκυροδέματος θα πληρούν τις απαιτήσεις των Προτύπων ΕΛΟΤ EN 14889-1, ΕΛΟΤ EN 14889-2, ΕΛΟΤ EN 14845-1 και ΕΛΟΤ EN 14845-2. Οι ίνες θα φέρουν σύστημα αγκύρωσης στην μάζα του σκυροδέματος (π.χ. διευρυμένα άκρα, κυματοειδή μορφή κ.λ.π.) και θα έχουν την δυνατότητα ομοιόμορφης κατανομής στην μάζα του σκυροδέματος.

Το είδος, οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά των ινών θα καθορίζονται στη Μελέτη.

5 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών

5.1 Μέθοδος εκτέλεσης σκυροδέτησης

Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στην σύμβαση, ο Ανάδοχος, με δαπάνες και ευθύνη του, θα συντάξει και θα υποβάλλει προς έγκριση στη Διευθύνουσα Υπηρεσία αναλυτική "Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης", στην οποία θα περιγράφει την πλήρη μεθοδολογία εκτέλεσης όλων των εργασιών που σχετίζονται με την σκυροδέτηση της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας. Η Έκθεση θα καλύπτει το σύνολο της κατασκευαστικής αλληλουχίας, δηλαδή: την προετοιμασία των επιφανειών διάστρωσης του σκυροδέματος, την τοποθέτηση των οπλισμών, την κατασκευή και ανέγερση των τύπων, τη διάστρωση του σκυροδέματος, τη διαμόρφωση των αρμών κατασκευής, συστολής ή διαστολής, τη συμπύκνωση του σκυροδέματος, την επεξεργασία και επισκευή της επιφάνειας του σκυροδέματος, τη συντήρησή του και το πρόγραμμα μετρήσεων για τη διακρίβωση της γεωμετρικής ακρίβειας της κατασκευής. Στην Έκθεση θα περιγράφεται η μέθοδος εκτέλεσης της εργασίας, ο προς τούτο απαιτούμενος εξοπλισμός και το απαραίτητο προσωπικό καθώς και τα υλικά που ενσωματώνονται ή χρησιμοποιούνται.

Η "Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης", αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στη σύμβαση, θα υποβάλλεται στη Διευθύνουσα Υπηρεσία τουλάχιστον δύο μήνες πριν από την προβλεπόμενη έναρξη κάθε εργασίας που σχετίζεται με την έναρξη των σκυροδετήσεων. Καμία εργασία δεν θα εκτελεστεί πριν από την έγκριση της "Έκθεσης Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης" από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Ο Ανάδοχος κατά τη σύνταξη της "Έκθεσης Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης" θα λάβει υπ' όψη τις χρονικές και λοιπές συμβατικές δεσμεύσεις για την κατασκευή της σήραγγας και μέσω αυτής της Έκθεσης θα επαναλάβει και θα επιβεβαιώσει την ικανοποίηση αυτών, για τις οποίες είναι αποκλειστικά υπεύθυνος.

5.2 Προετοιμασία για την διάστρωση σκυροδέματος στο δάπεδο της σήραγγας

Οι επιφάνειες του γεωυλικού που αποτελούν δάπεδα σήραγγας στις οποίες πρόκειται να διαστρωθεί σκυρόδεμα θα είναι καθαρές, απαλλαγμένες από λάδια, στάσιμο ή ρέον νερό, λάσπη και χαλαρά, ημι-αποκολλημένα τεμάχια.

Οι ρωγμές ή σχισμές της βραχομάζας θα καθαρίζονται από τα πτωχά γεωυλικά πλήρωσης, σε βάθος αποδεκτό από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, πριν τη διάστρωση σκυροδέματος. Αμέσως πριν τη διάστρωση

του σκυροδέματος, όλες οι επιφάνειες θα καθαρίζονται επιμελώς με εκτόξευση νερού - αέρα υψηλής ταχύτητας, με σάρωμα, με υγρή αμμοβολή ή με άλλα, ικανοποιητικά για τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, μέσα.

Όλες οι επιφάνειες θα διαβρέχονται πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος. Όλες οι περίπου οριζόντιες επιφάνειες θα καλύπτονται αμέσως πριν από την διάστρωση του σκυροδέματος με συνδετικό κονίαμα, πάχους δύο (2) cm, αποτελούμενο από ένα (1) μέρος τσιμέντου και δύο (2) μέρη λεπτόκοκκου αδρανούς κατά βάρος, με λόγο νερού προς τσιμέντο παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται στο σκυρόδεμα που το περιβάλλει, αλλά που δεν θα υπερβαίνει το 0,5. Η στρώση αυτή θα προωθείται με βούρτσες επιμελώς, ώστε να εισχωρεί σε όλες τις ρωγμές της βραχομάζας, για την εξασφάλιση πλήρους επαφής μεταξύ βραχομάζας και σκυροδέματος. Συσσωρεύσεις λεπτόκοκκου σκυροδέματος δεν θα αφήνονται να κατακαθίσουν σε βαθουλώματα.

Δεν θα διαστρώνεται συνδετικό κονίαμα περισσότερο από εκείνο που δύναται να καλυφθεί με νωπό σκυρόδεμα από τη βάρδια διάστρωσης σκυροδέματος ή από την αμέσως επόμενη ή από εκείνο το κονίαμα που δύναται να καλυφθεί πριν να αρχίσει η πήξη του. Συνδετικό κονίαμα, στο οποίο έχει αρχίσει η πήξη πριν από τη διάστρωση σκυροδέματος, θα αφαιρείται. Η ποσότητα κονιάματος που θα διαστρωθεί οποτεδήποτε, ή η επιφάνεια που θα καλύψει, θα είναι σύμφωνες με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Ο εξοπλισμός και οι μέθοδοι διακίνησης και διάστρωσης θα περιέχονται στην "Εκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης" του Αναδόχου, όπως αυτή θα εγκρίνεται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Όπου χρησιμοποιούνται ανοικτά στραγγιστήρια για την συγκέντρωση και την απομάκρυνση του νερού διήθησης, θα καλύπτονται με σκυρόδεμα χαμηλής κάθισης, το οποίο θα αφήνεται για τελική πήξη πριν αρχίσει η σκυροδέτηση, ή με άλλο δόκιμο τρόπο.

Όλες οι εγκαταστάσεις κατακόρυφων σωλήνων, διακλαδώσεων σωλήνων, στραγγιστηρίων και άλλων εγκαταστάσεων αναγκαίων για την επίτευξη θεμελίωσης απαλλαγμένης ρέοντος ή στάσιμου νερού θα εγκαθίστανται από τον Ανάδοχο και θα στερεώνονται καλά επί τόπου, ώστε να προλαμβάνεται η μετακίνησή τους ή η χαλάρωση τους κατά την διάστρωση του σκυροδέματος.

Στην περίπτωση διάστρωσης σκυροδέματος πάνω σε γαιώδη εδάφη ή σε προηγηθείσα επίχωση, όλες οι επιφάνειες του εδάφους πάνω στις οποίες θα γίνει διάστρωση θα είναι καθαρές, υγρές, απαλλαγμένες από στάσιμο ή ρέον νερό, παγετό ή πάγο ή λάσπη και θα είναι προετοιμασμένες προκειμένου να γίνουν αποδεκτές από την Διευθύνουσα Υπηρεσία. Η επιφάνεια διάστρωσης θα υγραίνεται επιμελώς, εφ' όσον είναι απορροφητική.

5.3 Τοποθέτηση οπλισμών

Η εκτέλεση της εργασίας αυτής θα γίνεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του Προτύπου ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00..

Οι ράβδοι οπλισμού δύνανται να κάμπτονται στο εργοστάσιο ή επί τόπου. Η κάμψη του οπλισμού με θέρμανση δεν θα επιτρέπεται.

Πριν την τοποθέτηση του οπλισμού, οι επιφάνειες των ράβδων, όπως και οι επιφάνειες των οποιωνδήποτε μεταλλικών υποστηρίγμάτων θα καθαρίζονται επιμελώς από την παχιά λεπιοειδή σκουριά, από χαλαρές σκουριές, ακαθαρσίες, λιπαρές ουσίες και άλλες ξένες ουσίες.

Μετά την τοποθέτησή τους, οι ράβδοι οπλισμού θα διατηρούνται καθαρές μέχρι της πλήρους ενσωμάτωσής τους στο σκυρόδεμα.

Οι ράβδοι οπλισμού θα τοποθετούνται όπως δείχνεται στα σχέδια της Μελέτης. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, οι μετρήσεις κατά την τοποθέτηση των ράβδων οπλισμού θα γίνονται στον άξονα των ράβδων. Εκτός αν δοθεί ειδική έγκριση από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, η καθαρή απόσταση μεταξύ των παραλλήλων ράβδων δεν θα είναι μικρότερη από μιάμιση φορά (1,5) τη διάμετρο της ράβδου και πάντως όχι μικρότερη των εικοσιπέντε (25) mm.

Μετά την τοποθέτησή του, ο οπλισμός θα ελέγχεται για την συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της Μελέτης ως προς τη διάμετρο, το σχήμα, το μήκος, τη συγκόλληση, την θέση, τις ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των ράβδων και την ποσότητα.

Οι ράβδοι οπλισμού θα συγκρατούνται στη θέση τους, ώστε να μη μετατοπίζονται κατά τη διάρκεια της διάστρωσης και της συμπίκνωσης του σκυροδέματος. Ειδική μέριμνα θα λαμβάνεται για την αποφυγή διατάραξης του ήδη ενσωματωμένου οπλισμού στο σκυρόδεμα. Σύρμα, έδρες, μεταλλικά άγκιστρα, μεταλλικά διαστήματα, ράβδοι οπλισμού αγκυρωμένες ή όχι στο έδαφος ή άλλα αποδεκτά στηρίγματα από μέταλλο ή από σκυρόδεμα, της έγκρισης της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, δύνανται να χρησιμοποιούνται από τον Ανάδοχο για την υποστήριξη ράβδων οπλισμού. Τέτοια στηρίγματα θα έχουν επαρκή αντοχή, ώστε να διατηρούν τον οπλισμό στη θέση του καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών σκυροδέτησης.

Τα υποστηρίγματα θα χρησιμοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μη συμβάλλουν στον αποχρωματισμό ή στη διάβρωση του σκυροδέματος. Επίσης θα τοποθετούνται έτσι ώστε να μην εξέχουν της τελικής επιφάνειας του σκυροδέματος. Για να αποφεύγονται λεκέδες πάνω σε εκτεθειμένες επιφάνειες, τα υποστηρίγματα του οπλισμού θα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα ή μέταλλο που δεν λεκιάζει.

Για την επικάλυψη του οπλισμού ισχύουν οι σχετικές διατάξεις του Ελληνικού Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος και οι προβλέψεις της Μελέτης.

Όλες οι συνδέσεις του οπλισμού θα γίνονται όπως δείχνεται στα σχέδια της Μελέτης. Σύνδεση ράβδων με επικάλυψη δύναται να εφαρμόζεται, εφ' όσον τα αλληλοεπικαλυπτόμενα τμήματα των ράβδων τοποθετούνται σε επαφή και συνδέονται γερά με σύρμα. Εναλλακτικά, οι ράβδοι δύνανται να ευρίσκονται σε απόσταση, ώστε να είναι δυνατή η ενσωμάτωση ολόκληρης της επιφάνειας κάθε ράβδου μέσα στο σκυρόδεμα.

Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά στη Μελέτη ή εγκρίνει διαφορετικά η Διευθύνουσα Υπηρεσία, οι επιμηκύνσεις των ράβδων με επικάλυψη (μάτση) μπορούν να γίνονται μέχρι το 1/3 των ράβδων και σε διαφορετική κάθε φορά θέση.

Η σύνδεση των ράβδων με κοχλίωση θα επιτρέπεται μετά από ειδική Μελέτη και με την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Η συγκόλληση των ράβδων αντί της σύνδεσης με αλληλοεπικάλυψη, θα επιτρέπεται μετά από έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00..

Για την συγκόλληση του οπλισμού θα χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια τύπου χαμηλής περιεκτικότητας υδρογόνου (ΕΛΟΤ EN 14295).

Όλες οι συγκολλήσεις θα αξιοποιούν ολόκληρη την αντοχή της μικρότερης ράβδου (θα ενισχύουν την αντοχή της). Στις συγκολλήσεις οι ράβδοι θα έχουν αρκετή αλληλοεπικάλυψη για να μεταβιβάσουν την ένταση στις ράβδους μέσω της σύνδεσης. Προσκείμενα φύλλα πλέγματος οπλισμού θα συνδέονται με επικάλυψη όχι μικρότερη των δεκαπέντε (15) cm, με τα άκρα επικάλυψης στερεά συνδεδεμένα μεταξύ τους με σύρμα ή συγκρατούμενα μαζί με πρότυπους συνδετήρες.

Εκτεθειμένος οπλισμός, προοριζόμενος για μελλοντική ενσωμάτωση στο σκυρόδεμα, θα προστατεύεται έναντι οξειδωσης με παχύ περιτύλιγμα καναβάτσας, διαποτισμένης με ασφαλικό υλικό, ή με κατάλληλη αντιδιαβρωτική βαφή, ή όπως αλλιώς ορίζεται στη Μελέτη. Ο προφυλασσόμενος με τον τρόπο αυτό οπλισμός θα καθαρίζεται επιμελώς πριν ενσωματωθεί στο σκυρόδεμα.

5.4 Διάστρωση σκυροδέματος σε θεμέλια

Ως στρώση στο σκυρόδεμα ορίζεται το πάχος του σκυροδέματος που διαστρώνεται μεταξύ δύο (2) διαδοχικών και γειτονικών οριζοντίων αρμών κατασκευής. Το μέγιστο επιτρεπόμενο πάχος μίας (1) στρώσης θα είναι γενικά δύο (2) m για ογκώδη σκυροδέματα, εκτός αν δείχνουν διαφορετικά τα σχέδια της Μελέτης ή δοθεί άλλη εντολή από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Ο ελάχιστος χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ των σκυροδετήσεων διαδοχικών στρώσεων θα είναι εικοσιτέσσερις (24) ώρες για ογκώδη σκυροδέματα.

Η διάστρωση του σκυροδέματος μιας στρώσης θα γίνεται με τέτοιο ρυθμό (ταχύτητα), ώστε να μην έχει αρχίσει η πήξη του σκυροδέματος στην προηγούμενη επιφάνεια διάστρωσης προτού διαστρωθεί το επόμενο σκυρόδεμα.

Το πάχος της στρώσης θα είναι το ελάχιστο απαιτούμενο για την συμπύκνωση του σκυροδέματος στην τελευταία αυτή στρώση, και ταυτόχρονα η επιφάνεια της στρώσης αυτής θα παραμένει τραχειά για την σύνδεσή της με την επόμενη στρώση. Όλες οι τελικές επιφάνειες που δεν καλουπώνονται και οι οποίες δεν πρόκειται να καλυφθούν με άλλο σκυρόδεμα ή επίχωση θα υπερυψούνται ελαφρά πάνω από την τελική στάθμη και θα αφαιρείται με πήχη το πλεονάζον σκυρόδεμα ή θα υφίστανται άλλη τελική επεξεργασία σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.

Ως χρόνος μεταξύ παρακειμένων σε επαφή διαστρώσεων καθορίζεται ο χρόνος που μεσολαβεί από το πέρας μιας διάστρωσης μέχρι την αρχή της επόμενης. Ο ελάχιστος χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ παρακειμένων διαστρώσεων για τις κατασκευές θα είναι ως κατωτέρω, εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά στην Μελέτη.

Έργο	Χρόνος
Επένδυση Σηράγγων (θεμέλια, ανάστροφο τόξο κ.λπ.)	8 ώρες
Άλλες θέσεις (τεχνικά στομίων με εκσκαφή και επανεπίχωση, κ.λπ.)	24 ώρες

Σε περίπτωση που μετά τη σκυροδέτηση προβλέπεται να ασκηθούν φορτία (π.χ. επανεπίχωση ή κυκλοφορία επάνω σε ανάστροφο τόξο), τότε θα συνυπολογίζεται και το κριτήριο της ανάλογα απαιτούμενης αντοχής και οι εργασίες θα συνεχίζονται αφού παρέλθει ελάχιστο χρονικό διάστημα εικοσιτεσσάρων (24) ωρών.

Όλα τα ανωτέρω θα περιλαμβάνονται στην “Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης” που θα συντάσσει ο Ανάδοχος και θα εγκρίνει η Διευθύνουσα Υπηρεσία.

5.5 Αρμοί κατασκευής – Αρμοί συστολής / διαστολής

Οι κατασκευαστικοί αρμοί θα είναι περίπου οριζόντιοι, εκτός αν στα σχέδια της Μελέτης δείχνεται διαφορετικά. Η διαμόρφωσή τους θα επιτυγχάνεται με την χρήση τύπων όπου απαιτείται ή με άλλα μέσα, που εξασφαλίζουν κατάλληλη σύνδεση με την αμέσως/επόμενη διάστρωση, με την προϋπόθεση ότι δεν απαιτούνται κλείδες, εκτός αν στα σχέδια δείχνεται διαφορετικά. Όλοι οι αρμοί κατασκευής που καταλήγουν σε ορατές επιφάνειες σκυροδέματος θα κατασκευαστούν ευθύγραμμοι, οριζόντιοι ή κατακόρυφοι.

Οι θέσεις, ο αριθμός, το είδος και η διαμόρφωση των κατασκευαστικών αρμών στα σκυροδέματα θα είναι αυτές που προβλέπονται στη Μελέτη.

Όλοι οι προκύπτοντες από την χρησιμοποίηση ή μη τύπων αρμοί στην επιφάνεια της από σκυρόδεμα επένδυσης της σήραγγας θα υφίστανται διαχείριση κατασκευαστικών αρμών. Οι επιμήκεις αρμοί στο άνω μέρος του δια σκυροδέματος επενδεδυμένου δαπέδου της σήραγγας θα υφίστανται επίσης διαχείριση κατασκευαστικών αρμών.

Αρμοί συστολής και διαστολής θα κατασκευάζονται στις θέσεις που προβλέπονται από τη Μελέτη. Κανένα ενσωματούμενο στο σκυρόδεμα μεταλλικό τεμάχιο δεν θα συνεχίζεται μέσω αρμού συστολής ή διαστολής, εκτός αν προβλέπεται διαφορετικά στη Μελέτη.

Οι αρμοί συστολής ή διαστολής θα έχουν ομαλή και επίπεδη ή με εγκοπές επιφάνεια, για να εξασφαλίζουν την επαφή των κατασκευών. Οι απέναντι παρειές που σχηματίζουν τον αρμό θα είναι τελείως αποχωρισμένες.

Η διάστρωση της δεύτερης παρειάς θα αρχίζει μόνον όταν η πρώτη παρειά έχει σκληρυνθεί πλήρως. Όταν δείχνεται στα σχέδια ή όταν επιβάλλεται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, θα τοποθετείται σε επαφή με την πρώτη στρώση εγκεκριμένο υλικό πλήρωσης του αρμού, πριν αρχίσει η δεύτερη διάστρωση.

Οι προκύπτουσες από τη χρησιμοποίηση τύπων επιφάνειες αρμών διαστολής ή συστολής θα καθαρίζονται επιμελώς από προσφύσεις σκυροδέματος ή από άλλα ξένα υλικά, με απόξεση, λάξευση ή άλλα αποτελεσματικά μέσα. Οι επιφάνειες θα υποβάλλονται στην επεξεργασία που ορίζεται παρακάτω.

Η διατάραξη του επιφανειακού σκυροδέματος στους κατασκευαστικούς αρμούς αλλά και στους αρμούς συστολής - διαστολής κατά τα πρώτα στάδια της σκλήρυνσης θα αποφεύγεται. Η ενδεχόμενη απαραίτητη κυκλοφορία πάνω σε νέο σκυρόδεμα θα διεξάγεται πάνω σε διαβάσεις, κατασκευασμένες με τρόπο τέτοιο ώστε να μη προκαλούνται ζημιές στο σκυρόδεμα.

5.5.1 Επεξεργασία Κατασκευαστικών Αρμών

Οι κατασκευαστικοί αρμοί πριν καλυφθούν με νωπό σκυρόδεμα θα είναι καθαροί και υγροί, χωρίς όμως παρουσία ελεύθερου νερού. Ο καθαρισμός συνίσταται στην απομάκρυνση εκρεύσαντος σκυροδέματος, χαλαρού ή ελαττωματικού σκυροδέματος, επικαλύψεων, άμμου, σφραγιστικού υλικού στεγάνωσης και άλλων ξένων υλικών.

Οι οριζόντιοι κατασκευαστικοί αρμοί στις στρώσεις με ανοικτές και προσπελάσιμες επιφάνειες θα προετοιμάζονται για να δεχθούν την επόμενη στρώση με υγρή αμμοβολή ή κοπή με εκτόξευση αέρα - νερού, όπως προδιαγράφεται παρακάτω.

Αν στην επιφάνεια μιας στρώσης ο οπλισμός είναι πολύ πυκνός και η επιφάνεια δεν είναι προσπελάσιμη, ή αν για οποιαδήποτε άλλη αιτία δεν πρέπει να διαταραχθεί η επιφάνεια μιας στρώσης πριν από την τελική πήξη, δεν επιτρέπεται η κοπή της επιφάνειας με χρήση εκτοξευμένου αέρα - νερού, απαιτείται δε η χρήση υγρής αμμοβολής ή η τύπανση με ελαφρά θυσανωτή σφύρα. Υλικά επιβράδυνσης της πήξης επιφανειών δεν θα χρησιμοποιούνται.

Η κοπή του κατασκευαστικού αρμού με αέρα - νερό θα διενεργείται μετά την αρχική πήξη, αλλά πριν από την ολική πήξη του σκυροδέματος. Η επιφάνεια θα κόπτεται με εκτόξευση αέρα - νερού υψηλής πίεσης, μεγαλύτερης από σαράντα (40) Μpa, για την αποκάλυψη καθαρών, υγίων κόκκων των αδρανών. Μετά την κοπή η επιφάνεια θα πλένεται, μέχρι να εξαλειφθεί οποιοδήποτε ίχνος θολότητας στο νερό της πλύσης.

Στην περίπτωση της επεξεργασίας των κατασκευαστικών αρμών με υγρή αμμοβολή, η εργασία θα διενεργείται αμέσως πριν από την τοποθέτηση της επόμενης στρώσης σκυροδέματος. Ο εξοπλισμός της υγρής αμμοβολής θα λειτουργεί με πίεση επτακοσίων (700) kPa περίπου. Η άμμος πριν την εισαγωγή στον εξοπλισμό θα είναι πυκνή, σκληρή, όχι εύθραυστη και αρκετά ξηρή. Η εργασία θα συνεχίζεται μέχρις ότου απομακρυνθεί όλο το μη ικανοποιητικό και εκρεύσαν σκυρόδεμα, καθώς και επιστρώσεις, κηλίδες, θρύμματα και άλλα ξένα υλικά. Μετά την επεξεργασία, η επιφάνεια του σκυροδέματος θα πλένεται επιμελώς για την απομάκρυνση κάθε χαλαρού υλικού.

Η ίδια επεξεργασία που περιγράφεται παραπάνω, θα εκτελείται όταν οι κατασκευαστικοί αρμοί έχουν καλυφθεί με στάσιμο νερό για χρονική περίοδο μεγαλύτερη των δέκα (10) ημερών ή έχουν καλυφθεί με ξένα υλικά που είναι δύσκολο να απομακρυνθούν με κανονικές εργασίες καθαρισμού.

Αν οι κατασκευαστικοί αρμοί δεν καλυφθούν με σκυρόδεμα μέσα σε είκοσι (20) ημέρες από το σχηματισμό τους, τα μέτρα τα οποία θα ληφθούν πριν ξεκινήσουν οι εργασίες της επόμενης σκυροδέτησης είναι τα ακόλουθα:

1. Απομάκρυνση κάθε τμήματος αποδιοργανωμένου σκυροδέματος.
2. Τεχνητό αγκρίμα της επιφάνειας του σκυροδέματος με χρήση μικρών αεροσφυρών ή με άλλα μηχανικά μέσα σε βάθος περίπου 6 mm έτσι ώστε να αποκαλύπτονται τα αδρανή.
3. Καλός καθαρισμός της επιφάνειας του σκυροδέματος και απομάκρυνση κάθε ξένου στοιχείου με πεπιεσμένο αέρα ή εκτόξευση νερού.
4. Διαβροχή του παλαιού σκυροδέματος για αρκετό χρόνο πριν τη σκυροδέτηση του νέου.

Εναλλακτικά συστήνεται η χρήση εποξειδικής κόλλας, η οποία εφαρμόζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του υλικού στην επιφάνεια του παλαιού σκυροδέματος λίγο πριν τη σκυροδέτηση. Σ' αυτήν την περίπτωση η επιφάνεια του σκυροδέματος πρέπει να είναι απόλυτα στεγνή πριν την εφαρμογή της κόλλας και η σκυροδέτηση στην περιοχή επαφής πρέπει να αποπερατωθεί πριν τη λήξη του χρόνου εργασιμότητας της κόλλας.

Γενικά η χρήση τύπων για το σχηματισμό κατασκευαστικών αρμών δεν επιτρέπεται, εκτός αν δοθεί τέτοια έγκριση από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία. Όταν είναι απαραίτητο, οι κατασκευαστικοί αρμοί θα έχουν επιφάνεια με εγκοπές. Όλα τα ανωτέρω θα περιλαμβάνονται στην "Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης", που θα συντάσσει ο Ανάδοχος και θα εγκρίνει η Διευθύνουσα Υπηρεσία.

5.6 Μεταλλότυποι σηράγγων

Η κατασκευή της μόνιμης επένδυσης θα τυποποιείται στο μέγιστο δυνατό βαθμό για λόγους οικονομίας χρόνου, χρήματος και διασφάλισης ποιότητας. Η πλέον επιτυχής μέθοδος για την ικανοποίηση των επιδιώξεων αυτών στις επί τόπου σκυροδετούμενες επενδύσεις είναι η χρήση μηχανικά ή/και υδραυλικά πτυσσόμενου μεταλλότυπου που θα φέρει χαλύβδινη επένδυση και θα μετακινείται πάνω σε κινούμενο φορείο. Οποιοδήποτε άλλο είδος τύπων θα γίνεται αποδεκτό μόνο αν προβλέπεται στην εγκεκριμένη Μελέτη.

Ο μεταλλότυπος θα είναι ισχυρός και ανάλογης μορφής και κατασκευής, ώστε να αντέχει στις πιέσεις που ασκούνται κατά την έγχυση και δόνηση του σκυροδέματος, να συγκρατείται χωρίς μετακινήσεις στη σωστή του θέση και να αποδίδει επακριβώς, όπως απαιτείται και σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης, το περιτύπωμα της σήραγγας. Επίσης ο μεταλλότυπος δεν θα επιτρέπει την διαρροή κονιάματος από το σκυρόδεμα.

Οι τύποι που θα χρησιμοποιούνται θα είναι κατασκευής αναγνωρισμένων εργοστασίων, υδραυλικού ή μη συστήματος, θα εξασφαλίζουν ταχεία και ευχερή τοποθέτηση στις ακριβείς θέσεις και ευχερή αφαίρεση και μετατόπιση χωρίς κρούσεις και καταπονήσεις του σκυροδέματος.

Οι τύποι θα επιτρέπουν την κάτωθεν τούτων δίοδο εργοταξιακών ή άλλων οχημάτων, συρμών κλπ., όπως επίσης, αν χρειάζεται, και τη δίοδο άλλης μεταφερόμενης μονάδας τύπου.

Ο μεταλλότυπος θα διαθέτει ειδικό φορείο μεταφοράς του πάνω σε τροχούς και θα κινείται σε σιδηροτροχιές που θα έχουν τοποθετηθεί κατάλληλα στο δάπεδο ή στα πέδιλα των σηράγγων. Ο μεταλλότυπος δύναται να αποτελείται από τμήματα ή στοιχεία τα οποία θα συνθέτουν τον τύπο αυτό.

Ο μεταλλότυπος θα φέρει σε κάθε πλευρά του σειρά ανοιγμάτων. Τα ανοίγματα αυτά θα επιτρέπουν την σκυροδέτηση, την προσπέλαση για τη δόνηση και την επιθεώρηση του διαστρωνόμενου σκυροδέματος πίσω από το μεταλλότυπο. Ο σωλήνας προσκόμισης του σκυροδέματος θα πρέπει να μπορεί να εισέρχεται στο άνοιγμα χωρίς πρόβλημα, θα εξασφαλίζεται η επιθεώρηση του διαστρωνόμενου σκυροδέματος από το επόμενο άνοιγμα καθώς και η ελεύθερη πτώση του σκυροδέματος από ύψος που δεν θα υπερβαίνει το 1 m. Τα υπ' όψη ανοίγματα θα έχουν κατάλληλες διαστάσεις (π.χ. 0.45 m x 0.90 m με τη μεγάλη διάσταση παράλληλη προς τον άξονα της σήραγγας) και οι θύρες τους θα ανοίγονται από εξέδρες, για άνετη και ασφαλή προσπέλαση και επιθεώρηση. Ο οριζόντιος άξονας των ανοιγμάτων της κάτω σειράς θα ευρίσκεται περίπου ένα μέτρο και ογδόντα εκατοστά (1,80) m πάνω από τον διαμήκη αρμό κατασκευής του πυθμένα της επένδυσης. Τα κέντρα των ανοιγμάτων κάθε επόμενης σειράς θα απέχουν ένα μέτρο και ογδόντα εκατοστά (1,80) m περίπου από τον οριζόντιο άξονα της αμέσως υποκείμενης σειράς. Τα ανοίγματα θα διατάσσονται πεσοειδώς, θα απέχουν μεταξύ τους δυόμισυ (2,50) m περίπου από άξονα σε άξονα (κατακόρυφο) και θα προβλέπονται δύο (2) σειρές ανοιγμάτων κοντά στην κορυφή του μεταλλότυπου.

Ο Ανάδοχος θα συμπεριλάβει στην "Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης" πλήρη τεχνικά στοιχεία (λεπτομερή κατασκευαστικά σχέδια, μελέτη αντοχής του, στήριξής του κ.λπ.). Ο μεταλλότυπος θα σχεδιαστεί έτσι ώστε να ανταποκρίνεται πλήρως και επακριβώς στις προβλέψεις της Μελέτης. Η επιλογή της σκυροδέτησης της διατομής σε μία φάση (συνολική διατομή) ή σε δύο (πρώτα σκυροδέτηση πυθμένα και σε επόμενη φάση σκυροδέτηση παρειών και θόλου), καθορίζεται στη μεθοδολογία σκυροδέτησης και τελεί υπό την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας με βάση τις απαιτήσεις επιτελεστικότητας και τη στατική μελέτη της μόνιμης επένδυσης.

Στη μελέτη και κατασκευή του μεταλλότυπου θα ληφθεί υπ' όψη ότι ο άξονας των σηράγγων έχει και καμπύλα τμήματα, ώστε να προβλεφθούν οι απαιτούμενες προσθήκες και προσαρμογές (π.χ. προσθήκη στο μεταλλότυπο μεταλλικών σφηνών) για τη διαμόρφωση των καμπυλών. Επίσης θα λαμβάνεται υπ' όψη η ύπαρξη φωλεών Η/Μ εγκαταστάσεων, φρεατίων καθαρισμού, διευρύνσεων (π.χ. σε θέσεις πλατυσμάτων στάθμευσης, φωλεών προσωπικού σε Σιδηροδρομικές Σήραγγες, θέσεων "ωστικών ανεμιστήρων" (Jet Fans) και των τμημάτων προσαρμογής αυτών κ.λπ.) και άλλων, ώστε να προβλεφθεί η δυνατότητα αναλόγων προσθηκών και προσαρμογών στο μεταλλότυπο ή συνδυασμός αυτού με άλλους τύπους.

Πριν από την χρησιμοποίηση του μεταλλότυπου για την διάστρωση του σκυροδέματος η επιφάνειά του θα καθαρίζεται επιμελώς, ώστε να είναι απαλλαγμένη από επιστρώσεις κονιάματος ή άλλα ξένα υλικά.

Επίσης πριν από την διάστρωση του σκυροδέματος, η επιφάνεια του μεταλλότυπου θα επαλείφεται με ειδικό λάδι που θα συνίσταται από ραφινάρισμένο ορυκτέλαιο ειδικής σύνθεσης με ένα ή περισσότερα συστατικά που θα είναι κατάλληλα για τον επιδιωκόμενο σκοπό.

Για τη διευκόλυνση επίτευξης ικανοποιητικής προόδου, αλλά και για να καθίσταται δυνατή η ταχεία επισκευή των τυχόν ατελειών της επιφανείας του σκυροδέματος, ο μεταλλότυπος θα αφαιρείται αμέσως μόλις το σκυρόδεμα αναπτύξει επαρκή αντοχή, ώστε να αποφεύγονται ραγίσματα, θρυμματισμοί, φουσκώματα κ.λπ. του σκυροδέματος. Η αφαίρεση του μεταλλότυπου συνήθως γίνεται μετά την παρέλευση 10 – 12 ωρών (ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος) και πάντως σε διάστημα όχι μικρότερο από οκτώ (8) ώρες, εκτός εάν εφαρμόζονται ειδικές εγκαταστάσεις και τρόποι ωρίμανσης (π.χ. ατμός κ.λπ.). Η ανάπτυξη της ελάχιστης απαιτούμενης αντοχής για την αφαίρεση του μεταλλότυπου θα ελέγχεται με θραύση τριών (3) τουλάχιστον δοκιμίων για κάθε φάτνωμα. Η ελάχιστη απαιτούμενη αντοχή θα προβλέπεται στη Μελέτη.

Σε περίπτωση χαμηλών θερμοκρασιών, η αφαίρεση του μεταλλότυπου θα βραδύνει, προκειμένου να αποκτήσει το σκυρόδεμα την απαιτούμενη αντοχή.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην συσχέτιση της αντοχής των δοκιμίων με αυτή που πραγματικά έχει αναπτυχθεί στο φορέα, λόγω της μεγάλης διαφοράς στις διαστάσεις μεταξύ των δοκιμίων και του πάχους της διατομής της σήραγγας. Με δεδομένο το μεγάλο πάχος της μόνιμης επένδυσης αναμένεται, λόγω έκλυσης θερμότητας, να αναπτυχθεί στο σκυρόδεμα πολύ υψηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τα δοκίμια τα οποία έχουν ήδη ληφθεί. Αυτή η ανάπτυξη της θερμοκρασίας στο σκυρόδεμα έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα την αύξηση της θλιπτικής του αντοχής.

Αν υπάρχει λοιπόν ιδιαίτερος λόγος, θα τοποθετούνται θερμοστοιχεία εντός της διατομής της σήραγγας έτσι ώστε να γίνεται άμεσος συσχετισμός της αντοχής των δοκιμίων που θα έχουν ληφθεί με την αντοχή του σκυροδέματος της μόνιμης επένδυσης, σε συνάρτηση με τη διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ αυτών. Η αφαίρεση του μεταλλότυπου μπορεί να γίνει εφ' όσον η αντοχή του σκυροδέματος φτάσει την επιτρεπόμενη τιμή της.

5.7 Διάστρωση σκυροδέματος στις παρειές και στους θόλους επενδύσεων σηράγγων

Το σκυρόδεμα των παρειών και των θόλων των επενδύσεων των σηράγγων θα διαστρώνεται με σύστημα άντλησης ή με οποιαδήποτε άλλη μέθοδο εγκεκριμένη από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Ο εξοπλισμός και η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθούν για τη διάστρωση του σκυροδέματος, θα είναι τέτοια που να επιτρέπουν τη διάστρωσή του σκυροδέματος στην προβλεπόμενη θέση χωρίς διαχωρισμό ή απόμιξη του χονδρόκοκκου αδρανούς. Δεν θα χρησιμοποιείται εξοπλισμός διάστρωσης που λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα.

Όλοι οι αγωγοί, οι κοχλίες, οι αγκυρώσεις και τα άλλα υλικά τα οποία πρόκειται να ενσωματωθούν στην επένδυση από σκυρόδεμα θα έχουν τοποθετηθεί πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος.

Κατά τη διάστρωση σκυροδέματος μεταξύ των κενών του οπλισμού και των ενσωματωμένων μεταλλικών στοιχείων θα λαμβάνεται μέριμνα ώστε να αποφεύγεται ο διαχωρισμός του χονδρόκοκκου αδρανούς. Η Μελέτη Σύνθεσης και η μεθοδολογία σκυροδέτησης θα λαμβάνουν υπ' όψη την ύπαρξη πυκνού οπλισμού και γενικά δυσχερών περιοχών σκυροδέτησης και θα προβλέπουν σύνθεση σκυροδέματος και μέθοδο σκυροδέτησης συμβατή και ανταποκρινόμενη προς τις συνθήκες αυτές.

Δεν ενδείκνυται να χρησιμοποιηθούν μηχανικοί δονητές για τη διάστρωση σκυροδέματος γύρω από ενσωματούμενα τεμάχια. Στην περίπτωση αυτή το σκυρόδεμα θα συμπυκνώνεται με κοπάνισμα.

Το σκυρόδεμα θα διαστρώνεται με τρόπο τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται η συμμετρική φόρτιση των υποστηρίγμάτων των τύπων. Το εκάστοτε σκυροδετούμενο τμήμα της σήραγγας θα έχει τέτοιο μήκος, ώστε ο θόλος και οι παρειές της σήραγγας να σκυροδετούνται σε μία συνεχή εργασία. Μετά την έναρξη κάθε διάστρωσης και αφού το σκυρόδεμα έχει καλύψει πλήρως το θόλο και τις παρειές της σήραγγας στην περιοχή απ' όπου έχει αρχίσει η σκυροδέτηση, και μέχρι να σκυροδετηθούν ο θόλος και οι παρειές σε όλο το

υπόλοιπο μήκος του τμήματος που σκυροδετείται, η άκρη του σωλήνα παροχής θα παραμένει καλά βυθισμένη μέσα στο σκυρόδεμα, για να εξασφαλίζεται η απόλυτη πλήρωση της διατομής.

Το άκρο του σωλήνα παροχής θα "μαρκάρεται" για να φαίνεται το βάθος της βύθισης μέσα στο σκυρόδεμα οποιαδήποτε στιγμή. Θα λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την ώθηση του σκυροδέματος μέσα σε όλες τις ανωμαλίες της επιφάνειας της βραχομάζας και για την τέλεια πλήρωση του θόλου της σήραγγας. Ο χειρισμός του εξοπλισμού διάστρωσης θα γίνεται από έμπειρο προσωπικό.

Οι απρόβλεπτοι αρμοί, που για οποιονδήποτε λόγο οφείλονται σε διακοπή πριν την ολοκλήρωση της σκυροδέτησης στις επενδύσεις σήραγγων, θα αποφεύγονται.

Πάντως, σε περίπτωση βλάβης του εξοπλισμού ή αν, για οποιονδήποτε άλλο λόγο, διακοπεί η συνεχής διάστρωση του σκυροδέματος, το σκυρόδεμα στους αρμούς αυτούς θα συμπτκνώνεται με ομοιόμορφη και σταθερή κλίση, καθ' όσον χρόνο αυτό είναι ακόμα εργάσιμο.

Το σκυρόδεμα στην επιφάνεια τέτοιων αρμών θα καθαρίζεται και θα υγραίνεται, όπως απαιτείται για τους κατασκευαστικούς αρμούς, πριν επαναληφθεί η διάστρωση του σκυροδέματος.

Η εργασία και η αλληλουχία των τμημάτων σκυροδέτησης θα είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία αρχικής έντασης στον οπλισμό.

Η "Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης" θα περιλαμβάνει λεπτομερή σχέδια σκυροδέτησης, τα οποία θα δείχνουν τις διαστάσεις των στρώσεων, την θέση και τη διάταξη όλων των ενσωματωμένων τεμαχίων, περιλαμβανομένων και των ράβδων του οπλισμού, τον εξοπλισμό και την αλληλουχία των εργασιών.

5.8 Συμπύκνωση σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα συμπτκνώνεται με εσωτερικούς δονητές, και στη μέγιστη δυνατή πυκνότητα, ώστε να είναι απαλλαγμένο θυλάκων χονδρόκοκκου αδρανούς και αέρα και να είναι σε πλήρη επαφή με το υπόβαθρο και με όλες τις επιφάνειες των τύπων και των ενσωματωμένων τεμαχίων.

Οι δονητές θα είναι ικανοί να μεταδώσουν στο σκυρόδεμα δόνηση με συχνότητα τουλάχιστον 3,600 στροφών ανά λεπτό, όταν ευρίσκονται σε φόρτωση. Ο Ανάδοχος θα διαθέτει όλον τον απαραίτητο εξοπλισμό για την καλή λειτουργία των δονητών, σύμφωνα με τα προδιαγραφόμενα από τον κατασκευαστή. Επίσης θα πρέπει να διατίθεται ένας (1) τουλάχιστον εφεδρικός δονητής επί τόπου, σε κατάσταση λειτουργίας.

Σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιούνται οι δονητές για οριζόντια μετατόπιση του σκυροδέματος.

Η συμπύκνωση του σκυροδέματος της επένδυσης σήραγγων θα γίνεται με δονητές βυθιζόμενου τύπου ή με δονητές που προσαρμόζονται στους τύπους. Οι δονητές τύπων θα συνδέονται σταθερά με τους τύπους και θα λειτουργούν με ταχύτητα τουλάχιστον οκτώ χιλιάδων (8,000) στροφών ανά λεπτό κατά τη δόνηση του σκυροδέματος. Η ένταση της δόνησης θα είναι η κατάλληλη για την επίτευξη της απαιτούμενης συμπύκνωσης. Η διάρκεια της δόνησης θα περιορίζεται σε εκείνη που είναι απαραίτητη, και δεν επιτρέπεται η υπερδόνηση του σκυροδέματος.

Οι δονητές τύπων θα λειτουργούν σε διαδοχικές θέσεις, που θα απέχουν μεταξύ τους όχι περισσότερο από εκατόν είκοσι (120) cm, αμέσως πίσω από την μετακινούμενη κεκλιμένη επιφάνεια του σκυροδέματος στις παρειές και στα κυρτώματα του θόλου. Η θέση των δονητών τύπων στον θόλο, η λειτουργία των δονητών, η παροχή του σκυροδέματος, η θέση του άκρου του σωλήνα παροχής και η μετακίνηση του σωλήνα παροχής θα συντονίζονται με τρόπο τέτοιο, που να επιτυγχάνεται η μέγιστη πλήρωση του θόλου με σκυρόδεμα και να αποφεύγεται η κάθιση και η ροή σκυροδέματος από τον πληρωθέντα θόλο, λόγω ακατάλληλης θέσης και ρύθμισης της δόνησης.

5.9 Επεξεργασία και επισκευή της επιφάνειας σκυροδέματος μόνιμης επένδυσης

Αμέσως και κατά το δυνατό μέσα σε εικοσιτέσσερις (24) ώρες μετά την αφαίρεση του μεταλλότυπου, θα γίνονται οι επισκευές και η επεξεργασία της επιφάνειας του σκυροδέματος που κρίνονται από την Διευθύνουσα Υπηρεσία απαραίτητες, ενώ θα διενεργείται παράλληλα και η συντήρηση του σκυροδέματος. Οι

επισκευές θα εκτελούνται από ειδικευμένους τεχνίτες, με κονίαμα τσιμέντου και άμμου, αναλογίας κατά βάρος ένα (1) προς δύο (2) μέχρι ένα (1) προς δυόμισι (2,5) και σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Υλικά, διαδικασίες και εργασίες για επισκευές του σκυροδέματος, καθώς και εργασίες μόρφωσης τελικών επιφανειών, θα ανταποκρίνονται στις εντολές και τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Κατά τα λοιπά, όσον αφορά στις επισκευές και στην επεξεργασία των επιφανειών του σκυροδέματος ισχύουν τα ακόλουθα:

α.Γενικά

Μετά την αφαίρεση του μεταλλότυπου θα επιδιορθώνεται κάθε εσοχή, ανωμαλία και διόγκωση που εμφανίζεται τοπικά και επιφανειακά, πέρα από την προδιαγραφόμενη ανοχή ή κάθε κενό ή φυσαλίδα ή άλλη ζημιά στο σκυρόδεμα.

Σε περιπτώσεις όπου οι παραπάνω ανωμαλίες εμφανίζονται σε σημαντική έκταση και βάθος του σκυροδετημένου σπονδύλου, πριν από την έναρξη των επισκευών, η κατάσταση θα διερευνάται ώστε να αποφασισθεί η επιδιόρθωση ή ενδεχομένως η καθαίρεση και ανακατασκευή του σπονδύλου.

β.Επισκευές με νέο σκυρόδεμα ή κονίαμα

Το υπάρχον σκυρόδεμα στην περιοχή που πρόκειται να επισκευασθεί θα αφαιρείται μέχρι να συναντηθεί το υγιές σκυρόδεμα και τουλάχιστον μέχρι τέτοιο βάθος πίσω από τον σιδηρό οπλισμό, ώστε να παρέχει πλήρη συνάφεια του σιδηρού οπλισμού με το νέο σκυρόδεμα. Τα κενά που θα πρέπει να πληρωθούν θα έχουν αγκύρια, κλειδιά, δομικό πλέγμα ή υποδοχές για τζινέτια όπως απαιτείται, για να συνδέσουν με ασφάλεια το νέο υλικό στην θέση του. Τα άκρα της τομής θα μορφώνονται κάθετα προς την επιφάνεια του σκυροδέματος και το νέο σκυρόδεμα θα είναι επαρκώς συνδεδεμένο με το παλιό σκυρόδεμα. Οι περιοχές που έχουν αποκοπεί θα καθαρίζονται τελείως. Οι οπές που έχουν δημιουργηθεί από την απομάκρυνση των ράβδων σύνδεσης θα υγραίνονται τελείως και θα γεμίζουν με ειδικό συνεκτικό κονίαμα που θα συμπυκνωθεί πλήρως επί τόπου. Το χρώμα του νέου σκυροδέματος και του κονιάματος επισκευής θα ταιριάζει με το περιβάλλον σκυρόδεμα.

Το σκυρόδεμα και το κονίαμα που χρησιμοποιούνται για γεμίσματα και επισκευές θα συντηρούνται με τον ίδιο τρόπο που προδιαγράφεται για τις γενικές εργασίες σκυροδέματος. Τα εξογκώματα μπορεί να αφαιρούνται με λείανση. Η επισκευή του σκυροδέματος, κατά το δυνατόν, θα ολοκληρώνεται μέσα σε 24 ώρες μετά από την αφαίρεση των τύπων.

γ.Επισκευές με εποξειδική ρητίνη

Όταν το βάθος της βλάβης είναι σημαντικό, η επισκευή θα γίνει με αρχική κοπή με το πριόνι, μίας εγκοπής γύρω από την περίμετρο της ελαττωματικής περιοχής. Στη συνέχεια το ελαττωματικό σκυρόδεμα θα αφαιρείται με μικρού μεγέθους αερόσφουρα ή κοπίδι και η επιφάνεια που θα προκύψει θα καθαρίζεται με πεπιεσμένο αέρα για να δεχθεί την εποξειδική στρώση συνάφειας.

Υγρές ή βρεγμένες επιφάνειες θα στεγνώνονται ώστε να δημιουργηθεί επιφάνεια ζεστή στην αφή αμέσως πριν την επάλειψη με το συνδετικό μέσο.

Το εποξειδικό υλικό συνάφειας θα πρέπει να εγκριθεί από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία. Μετά την εφαρμογή σε καθαρή και στεγνή επιφάνεια και ενώ βρίσκεται σε ημίρρευστη κατάσταση, το συνδετικό μέσο θα καλύπτεται με το σκυρόδεμα επισκευής.

5.10 Συντήρηση του σκυροδέματος της μόνιμης επένδυσης

Η συντήρηση του σκυροδέματος θα είναι σύμφωνα με τις προβλέψεις του Προτύπου ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00.

Σκοπός της συντήρησης είναι η προστασία του σκυροδέματος από την απώλεια της υγρασίας του και την γρήγορη μείωση της θερμοκρασίας του, και συνεπώς η αποφυγή ανάπτυξης ρηγματώσεων. Αν στη Μελέτη δεν προβλέπεται διαφορετικά, η συντήρηση θα αρχίζει εντός μίας (1) ώρας μετά την αφαίρεση του μεταλλότυπου, με χρήση μετακινούμενου φορείου συντήρησης με θερμική μόνωση και απαλό ψεκασμό της

επιφάνειας του σκυροδέματος με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας. Το φορείο συντήρησης θα έχει τη δυνατότητα δημιουργίας ρυθμιζόμενων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας στην περιοχή της επιφάνειας του σκυροδέματος για τουλάχιστον 48 ώρες μετά τη μετακίνηση του μεταλλότυπου. Κατά τη διάρκεια αυτή, στην περιοχή της επιφάνειας του σκυροδέματος η υγρασία του αέρα θα διατηρείται άνω του 90%, ενώ η πτώση της θερμοκρασίας του σκυροδέματος θα είναι γραμμική και θα προσεγγίζει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος της σήραγγας σε διάρκεια 3 έως 4 ημερών. Μετά τις 48 ώρες και τη μετακίνηση του φορείου συντήρησης, η συντήρηση θα συνεχίζεται με διατήρηση της υγρασίας του αέρα της σήραγγας σε επίπεδα όχι κάτω του 80%, με ρύθμιση των συνθηκών αερισμού, με ψεκασμούς της επιφάνειας του σκυροδέματος ανά διαστήματα, με κατάλληλες μεμβράνες συντήρησης κ.λπ.

5.11 Ανοχές της μόνιμης επένδυσης

Οι Ανοχές Μόνιμης Επένδυσης Σήραγγας, αν δεν καθορίζεται διαφορετικά στη Μελέτη, θα είναι:

- Γραμμή και Κλίση

Ο θεωρητικός άξονας της σήραγγας καθορίζεται σαν ο γεωμετρικός τόπος των τομών των εμφανιζόμενων στα σχέδια οριζοντίων και κατακορύφων αξόνων των διατομών της σήραγγας. Η μέγιστη απόκλιση του πραγματικού άξονα της σήραγγας και της επένδυσής της από την καθορισθείσα οριζοντιογραφική και υψομετρική θέση αυτού που φαίνεται στα σχέδια, θα τηρεί τα παρακάτω:

- ο Για σήραγγες μήκους $L \leq 500$ m

- Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,01$ m
- Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,005$ m

- ο Για σήραγγες μήκους $L \geq 1.000$ m

- Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,02$ m
- Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,01$ m
- Για ενδιάμεσα μήκη θα ισχύει γραμμική παρεμβολή.

- Απόκλιση από τις Εσωτερικές Διαστάσεις της Σήραγγας.

Οι διαστάσεις του εσωραχίου των σηράγγων, που θα προκύψει μετά την κατασκευή της μόνιμης επένδυσης, δεν θα διαφέρουν σε κανένα σημείο τους από τις αντίστοιχες διαστάσεις του εσωραχίου, που προβλέπονται στην εγκεκριμένη μελέτη περισσότερο από δύο (2) cm.

- Απόκλιση Πάχους Μόνιμης Επένδυσης Σήραγγας

Το ελάχιστο πάχος της μόνιμης επένδυσης των σηράγγων, μετρούμενο μεταξύ της εσωτερικής επιφάνειας αυτής (πέριτυπώματος σήραγγας) και της εξωτερικής επιφάνειας (η επιφάνεια της στεγανωτικής μεμβράνης, ή του εκτοξευομένου σκυροδέματος ή και του γεωυλικού), δεν θα είναι μικρότερο από το καθοριζόμενο πάχος στην εγκεκριμένη Μελέτη μόνιμης επένδυσης της σήραγγας.

- Ανοχές Τοποθέτησης Σιδηρού Οπλισμού και Ενσωματούμενων Μεταλλικών Τεμαχίων

Ανοχές για τις Ράβδους Οπλισμού

1. Το μήκος επικάλυψης (μάτισμα) δεν θα είναι μικρότερο από το προδιαγραφόμενο πέραν των εικοσιπέντε (25) mm.

2. Η απόκλιση της προστατευτικής κάλυψης του οπλισμού, όπου το πάχος της είναι πέντε (5,0) cm, δεν θα υπερβαίνει τα έξη (6) mm και όπου το πάχος της είναι επτάμισυ (7,5) cm ή περισσότερο, δεν θα υπερβαίνει τα δεκατρία (13) mm. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί σε κατασκευασθείσα επένδυση μειωμένο πάχος της ανωτέρω προστατευτικής κάλυψης, ο Ανάδοχος θα συντάξει και υποβάλλει για έγκριση στην Διευθύνουσα Υπηρεσία ειδική μελέτη, από την οποία θα προκύπτουν τα απαραίτητα μέτρα για την επίτευξη της τεχνικής διάρκειας ζωής του έργου. Οι προβλεπόμενες από την εγκριθείσα μελέτη ενέργειες και εργασίες θα βαρύνουν τον Ανάδοχο.

Απόκλιση από την Καθορισμένη Θέση του Οπλισμού

Η απόκλιση από την δεικνυόμενη στην Μελέτη θέση δεν θα υπερβαίνει τα εικοσιπέντε (25) mm.

Ανοχές στην Τοποθέτηση Ενσωματούμενων Μεταλλικών Τεμαχίων

Η απόκλιση από την δεικνυόμενη στην Μελέτη απόσταση δεν θα υπερβαίνει τα πέντε (5) mm.

Ανοχές στην Τοποθέτηση Πλακών Εδρασης

Η απόκλιση από την οριζόντια στάθμη δεν θα υπερβαίνει τα τρία (3) mm.

Η μέγιστη διαφορά στάθμης, κατά μήκος μιας διαγωνίου, δεν θα υπερβαίνει τα τρία (3) mm.

6 Κριτήρια παραλαβής περατωμένων εργασιών

- Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής ενσωματούμενων υλικών.
- Έλεγχος φακέλου εργαστηριακών δοκιμών. Σχετικά με τις απαιτήσεις συμμόρφωσης ισχύουν τα προβλεπόμενα στα Πρότυπα ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00 και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00.
- Έλεγχος γεωμετρικής ακρίβειας της κατασκευής σύμφωνα με τα σχέδια της εγκεκριμένης Μελέτης.
- Έλεγχος της επιφάνειας μετά το ξεκαλούπωμα. Ικανοποίηση των προβλέψεων των παρ. 5.9 και 5.10 της παρούσας.

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 υπό συνθήκες θορύβου, ο οποίος αυξάνεται με την ανάκλαση στις παρειές της σήραγγας.
- Επέκταση των σωληνώσεων εισκόμισης σκυροδέματος και μετακινήσεις του εξοπλισμού σε συνθήκες περιορισμένου χώρου.
- Εργασία σε χώρο περιορισμένο, παρουσία εμποδίων και με την υποχρέωση εξασφάλισης ασφαλών συνθηκών διακίνησης στην σήραγγα κατά την διάρκεια κατασκευής της. Διακίνηση στην σήραγγα κατά την 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 σε υδραυλικά λάδια.
- Εργασία με πεπιεσμένο αέρα και νερό (αμμοβολές, κοπή σκυροδέματος).
- Πτώση βαρέων αντικειμένων κατά την μεταφορά τους.
- Χρήση ουσιών. Τα διάφορα πρόσμικτα πιθανόν να είναι επιβλαβή. Η χρήση των εποξειδικών υλικών μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα υγείας.
- 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/ 12.5.89).
- 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/Α91) "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 (σε ότι αφορά τα ΜΑΠ της ακοής η επιλογή θα γίνεται με βάση τις αναμενόμενες ή επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες):

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
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.01 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.02 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.03 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.04

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 εκρήξιμες 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"

Απαιτείται η απασχόληση ειδικευμένων τεχνιτών υπό την επίβλεψη εργοδηγού μεγάλης εξειδίκευσης.

8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

8.1 Έγχυτο σκυρόδεμα

Η επιμέτρηση του έγχυτου σκυροδέματος της πλήρους μόνιμης επένδυσης της σήραγγας (κανονική διατομή, φωλεές, διευρύνσεις, πλαϊνά τοιχώματα, τεχνικά εισόδου στα στόμια της σήραγγας κ.λπ.), όταν απαιτείται, θα γίνεται σε κυβικά μέτρα σκυροδέματος, ανάλογα με την προβλεπόμενη στην μελέτη και κατασκευαζόμενη κατηγορία σκυροδέματος, πλήρως κατασκευασμένης μόνιμης επένδυσης σήραγγας. Πέρα από την ποσότητα που προκύπτει από το πάχος της επένδυσης που προβλέπεται στην Μελέτη επιμετρείται και η ποσότητα, που αντιστοιχεί σε σύγκλιση μικρότερη της προβλεπόμενης από την Μελέτη.

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 ορθή εκτέλεση των εργασιών. Ειδικότερα ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια, μεταφορά επί τόπου των έργων και αποθήκευση, των απαραίτητων υλικών για την παραγωγή και εφαρμογή του έγχυτου σκυροδέματος, όπως τσιμέντο, αδρανή, νερό, πρόσμικτα, πρόσθετα κλπ, κονιαμάτων, σωλήνων ενεμάτων, ρητινών επισκευής, άμμου κλπ και κάθε άλλου υλικού-μικροϋλικού για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σήραγγων και της θεμελίωσής της, όπως προδιαγράφεται στην παρούσα και στη Μελέτη.
- Η διάθεση όλου του εργατικού και τεχνικού δυναμικού και του μηχανικού εξοπλισμού, μετά των σταλίων τους, που απαιτούνται για την παρασκευή, ανάμιξη, μεταφορά, διάστρωση, συμπίκνωση, δόνηση, τυχόν επισκευή και συντήρηση του σκυροδέματος, για τη δημιουργία αρμών, την εφαρμογή αμμοβολής και για κάθε είδους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές, για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης και της θεμελίωσής της ανεξάρτητα από τον τύπο αυτής όπως προδιαγράφεται στην παρούσα και στη Μελέτη.
- Οι εργασίες παραγωγής του σκυροδέματος, έκχυσης, δόνησης κλπ του σκυροδέματος, προετοιμασίας των επιφανειών για την διάστρωση, εκτέλεσης των τσιμεντενέσεων, τοποθέτησης πλαστικών σωλήνων, διαμόρφωσης και πλήρωσης των αρμών, δημιουργίας σκοτίας στις θέσεις των αρμών ή/και στο ενδιάμεσο αυτών, επεξεργασίας της επιφάνειας του σκυροδέματος, καθώς και κάθε άλλη εργασία τους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές, που προδιαγράφεται στην παρούσα και στη Μελέτη για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σήραγγων.

Στην επιμέτρηση δεν περιλαμβάνονται και επιμετρώνται ξεχωριστά: οι διάφοροι τύποι (μεταλλότυποι, ξυλότυποι), ο οπλισμός του σκυροδέματος, οι ίνες, η ιπτάμενη τέφρα και η πυριτική παιπάλη που ενδεχομένως ενσωματώνονται.

8.2 Τύποι (μεταλλότυποι – ξυλότυποι)

Ο μεταλλότυπος ή ο ξυλότυπος που χρησιμοποιείται για την μόνιμη επένδυση της διατομής της σήραγγας, όταν απαιτείται, θα επιμετρείται σε τετραγωνικά μέτρα πραγματικής σκυροδετημένης επιφάνειας.

Δεν επιμετρώνται ξεχωριστά η διάθεση, εισκόμιση, συναρμολόγηση, συντήρηση, λειτουργία, μετακίνηση του τύπου, του συνοδευτικού φορείου και οδηγών του, η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση του συνόλου του

εξοπλισμού αυτού με το πέρας της εργασίας καθώς και κάθε μικροϋλικό για την επίτευξη επιφάνειας όπως ορίζεται στις ΕΛΟΤ ΤΠ.

Οι τύποι για την κατασκευή επένδυσης σε φωλές, για την επένδυση της σήραγγας σε τυχόν διευρυμένη διατομή π.χ. χώροι στάθμευσης, περιοχές τοποθέτησης «ωστικών ανεμιστήρων» (Jet Fans) και των συναρμογών αυτών, για την επένδυση διευρύνσεων, επιμετρώνται σε τετραγωνικά μέτρα πραγματικής σκυροδετημένης επιφάνειας.

8.3 Οπλισμοί χαλύβδινοι - πλέγματα

Η επιμέτρηση των χαλύβδινων ράβδων οπλισμού ή πλεγμάτων που ενσωματώνονται στη μόνιμη επένδυση, όταν απαιτείται, θα γίνεται σε χιλιόγραμμα βάρους των χαλύβδινων ράβδων οπλισμού ή πλεγμάτων, που πραγματικά ενσωματώθηκαν στο σκυρόδεμα της μόνιμης επένδυσης σύμφωνα με την εγκεκριμένη Μελέτη. Το βάρος θα υπολογίζεται με βάση το μήκος των ράβδων και το μοναδιαίο βάρος τους ή το μοναδιαίο βάρος των πλεγμάτων, που χρησιμοποιήθηκαν, σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα πρωτόκολλα ζύγισης αυτών. Όπου οι ράβδοι συγκολλούνται, η επιμέτρηση των επικαλύψεων των ράβδων θα γίνεται ως οι ράβδοι να είχαν επικάλυψη.

Δεν επιμετρώνται ξεχωριστά η προμήθεια, αποθήκευση, μεταφορά στις θέσεις ενσωμάτωσης, του οπλισμού, συμπεριλαμβανομένων των επικαλύψεων των ράβδων ή των πλεγμάτων, των υλικών σύνδεσης, στερέωσης, των αποστατών κλπ η διάθεση του προσωπικού και εξοπλισμού με τις σταλίες του και η εκτέλεση των εργασιών τοποθέτησης, σύνδεσης, δοκιμές, ελέγχους κλπ του οπλισμού, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παρούσα και τη Μελέτη. Ουδεμία επιμέτρηση σιδηρού οπλισμού θα γίνεται για τις φθορές, απώλειες, ή επικαλύψεις ράβδων που έγιναν αποκλειστικά για διευκόλυνση του Αναδόχου. Τα ειδικά στηρίγματα ανάρτησης οπλισμού (Lattice Girders, βλήτρα, επίπεδα δικτυώματα κ.λπ.) επιμετρώνται ιδιαίτερα εφ' όσον προβλέπονται στην Μελέτη και συμμετέχουν στον οπλισμό.