



ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΤΕΠ 12-04-01-00

12 Σηράγγες

04 Μόνιμη Επένδυση Σηράγγων

**01 Μόνιμη Επένδυση από Έγχυτο επί τόπου
Σκυρόδεμα**

00 -

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του "Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων" (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ).

Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων

<i>Περιγραφή</i>	<i>Ημερομηνία</i>	<i>Παρατηρήσεις</i>
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 ^{ης} ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	1
2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	2
2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	2
2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ	2
3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
3.1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ	3
3.2. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ	4
3.3. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	4
3.4. ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΘΕΜΕΛΙΑ	6
3.5. ΑΡΜΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - ΑΡΜΟΙ ΣΥΣΤΟΛΗΣ Ή ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ	7
3.6. ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	8
3.7. ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΕΙΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΘΟΛΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ.....	10
3.8. ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ.....	11
3.9. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	12
3.10. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	13
4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	13
5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	15
5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ.....	15
5.2. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	15
6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
6.1. ΕΓΧΥΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	17
6.2. ΤΥΠΟΙ (ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ - ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ).....	18
6.3. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ - ΠΛΕΓΜΑΤΑ.....	18

ΣΧΕΔΙΟ

Μόνιμη Επένδυση από Έγχυτο επί τόπου Σκυρόδεμα

ΠΕΤΕΠ

12-04-01-00

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η παρούσα προδιαγραφή αφορά στο σύνολο των εργασιών, υλικών και εξοπλισμού που απαιτούνται για την κατασκευή της μόνιμης επένδυσης της σήραγγας σε κάθε είδους διατομές σηράγγων, στα τεχνικά έργα εισόδου στα στόμια της σήραγγας, σε ευθύγραμμο ή/και καμπύλα τμήματα (σε οριζοντιογραφία ή/και μηκοτομή), στις θέσεις τοποθέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (φωλιές, διευρύνσεις, κανάλια κ.λπ.), στις συνδετήριες σήραγγες 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.

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, ρυτινών 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 ΠΕΤΕΠ 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, διάσπρωση, 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 ΠΕΤΕΠ 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 στομίων της σήραγγας.

Περιλαμβάνει επίσης τις εργασίες παραγωγής του σκυροδέματος, τοποθέτησης οπλισμού, έκχυσης, δόνησης κλπ του σκυροδέματος, προετοιμασίας για τις τσιμεντενώσεις 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 γεωϋλικού), τοποθέτησης πλαστικών σωλήνων για την εκτέλεση των τσιμεντενώσεων επαφής, εκτέλεσης των τσιμεντενώσεων, 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 ΠΕΤΕΠ 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 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, συμπύκνωσης, συντήρησης, καθώς και στις δειγματοληψίες, ελέγχους συμμόρφωσης και ποιοτικό έλεγχο του σκυροδέματος κατασκευής της μόνιμης επένδυσης σηράγγων, ισχύουν τα αναφερόμενα στις οικείες προδιαγραφές (Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος με τις τυχόν συμπληρώσεις και τροποποιήσεις του, Πρότυπα ΕΛΟΤ στα οποία αυτός παραπέμπει κ.λπ.). Οι προδιαγραφές για τα υλικά, τον τρόπο εργασίας κ.λπ. των τσιμεντενέσεων επαφής αναφέρονται στο οικείο άρθρο των ΠΕΤΕΠ. Το στατικά απαιτούμενο πάχος της μόνιμης επένδυσης είναι αυτό που ορίζεται στην Οριστική Μελέτη.

2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται είναι:

- Σκυρόδεμα.
- Οπλισμοί από χάλυβα.
- Ινοπλισμός.

2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ

Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα θα συμμορφώνεται προς τις απαιτήσεις του εγκεκριμένου Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΦΕΚ 315/Β/17-4-97), όπως προσαρμόστηκε με την Υ.Α. Δ14/50504 (ΦΕΚ 537/Β/1-5-2002).

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 την 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 EN 197-1:2000 "Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα".

Σε περίπτωση χρήσης ιπτάμενης τέφρας, αυτή θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 450-1:2005 "Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria -- Ιπτάμενη τέφρα για σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμός, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης".

Αντίστοιχα, η πυριτική παιπάλη θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των προτύπων EN 13263-1:2005 " Silica fume for concrete - Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria -- Πυριτική παιπάλη για σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμοί απαιτήσεις και κριτήρια συμμόρφωσης" και EN 13263-2:2005 " Silica fume for concrete - Part 2: Conformity evaluation -- Πυριτική αιθάλη κατάλληλη για το σκυρόδεμα. Μέρος 2: Αξιολόγηση συμμόρφωσης".

Οπλισμός

Ο οπλισμός του σκυροδέματος, όπως καθορίζεται στην Μελέτη, θα συμμορφώνεται στις απαιτήσεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος (ΦΕΚ 381/Β/24-3-2000).

Ινοπλισμός

Οι ίνες που θα χρησιμοποιηθούν για οπλισμό σκυροδέματος θα πληρούν τις απαιτήσεις των προτύπων prEN 14889-1 "Fibres for concrete - Part 1: Steel fibres - Definition, specifications and conformity. -- Ινες σκυροδεμάτων. Μέρος 1: Χαλύβδινες ίνες. Ορισμός, προδιαγραφές και συμμόρφωση", prEN 14889-2 "Fibres for concrete - Part 2: Polymer fibres - Definition, specification and conformity -- Ινες οπλισμού σκυροδέματος. Μέρος 2: Ινες από πολυμερή. Ορισμός, προδιαγραφή και συμμορφωση", prEN 14845-1 "Test methods for fibres in concrete - Part 2: Effect on strength -- Μέθοδοι δοκιμών ινών οπλισμού σκυροδέματος. Μέρος 2: Επιπτώσεις επί της αντοχής", prEN 14845-2 "Test methods for fibres in concrete - Part 2: Effect on strength -- Μέθοδοι δοκιμών ινών οπλισμού σκυροδέματος. Μέρος 2: Επιπτώσεις επί της αντοχής". 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 στην Μελέτη.

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

3.1. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ

Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στην σύμβαση, ο Ανάδοχος, με δαπάνες και ευθύνη του, θα συντάξει και θα υποβάλλει προς έγκριση στην 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, την διάστρωση του σκυροδέματος, την διαμόρφωση των αρμών κατασκευής, συστολής ή διαστολής, την συμπίκνωση του σκυροδέματος, την επεξεργασία και επισκευή της επιφάνειας του σκυροδέματος, την συντήρησή του και το πρόγραμμα μετρήσεων για την 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 στην σύμβαση, θα υποβάλλεται στην 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 την Υπηρεσία.

Ο Ανάδοχος κατά την 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.

3.2. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΔΑΠΕΔΟ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Οι επιφάνειες βράχου 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 βράχου.

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

Όλες οι επιφάνειες θα διαβρέχονται πριν από την 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 την 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 την διάστρωση σκυροδέματος, θα αφαιρείται. Η ποσότητα κονιάματος που θα διαστρωθεί οποτεδήποτε, ή η επιφάνεια που θα καλύψει, θα είναι σύμφωνες με τις οδηγίες της Υπηρεσίας. Ο εξοπλισμός και οι μέθοδοι διακίνησης και διάστρωσης θα περιέχονται στην "Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Σκυροδέτησης" του Αναδόχου, όπως αυτή θα εγκρίνεται από την 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 Υπηρεσία. Η επιφάνεια διάστρωσης θα υγραίνεται επιμελώς, εφ' όσον είναι απορροφητική.

3.3. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Η εκτέλεση της εργασίας αυτής θα γίνεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος.

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 υποστηριγμάτων 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 την Υπηρεσία, η καθαρή απόσταση μεταξύ των παραλλήλων ράβδων δεν θα είναι μικρότερη από μιάμιση φορά (1,5) την 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 την διάμετρο, το σχήμα, το μήκος, την συγκόλληση, την θέση, τις ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των ράβδων και την ποσότητα.

Οι ράβδοι οπλισμού θα συγκρατούνται στην θέση τους, ώστε να μην μετατοπίζονται κατά την διάρκεια της διάστρωσης και της συμπύκνωσης 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 Υπηρεσίας, δύνανται να χρησιμοποιούνται από τον Ανάδοχο για την υποστήριξη ράβδων οπλισμού. Τέτοια στηρίγματα θα έχουν επαρκή αντοχή, ώστε να διατηρούν τον οπλισμό στην θέση του καθ' όλη την διάρκεια των εργασιών σκυροδέτησης.

Τα υποστηρίγματα θα χρησιμοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μη συμβάλλουν στον αποχρωματισμό ή στην 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 στην Μελέτη ή εγκρίνει διαφορετικά η Υπηρεσία, οι επιμηκύνσεις των ράβδων με επικάλυψη (μάτιση) 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 Υπηρεσίας.

Η συγκόλληση των ράβδων αντί της σύνδεσης με αλληλοεπικάλυψη, θα επιτρέπεται μετά από έγκριση της Υπηρεσίας και σύμφωνα με τις απαιτήσεις της τελευταίας έκδοσης του ACI Κώδικα 318 και θα γίνεται σύμφωνα με τα ισχύοντα AWS πρότυπα. Οι συγκολλήσεις θα γίνονται από ειδικευμένους τεχνίτες, που θα υποβληθούν στις καθιερωμένες εξετάσεις (tests), όπως περιγράφονται στο εγχειρίδιο "Προσόντα Χειριστών AWS" (Operators Qualifications of AWS). Για την συγκόλληση του οπλισμού θα χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια τύπου χαμηλής περιεκτικότητας υδρογόνου (EN 14295:2003 "Welding consumables - Wire and tubular cored electrodes and

electrode-flux combinations for submerged arc welding of high strength steels - Classification -- Αναλώσιμα συγκολλήσεων - Συρμάτινα και σωληνοειδή ηλεκτρόδια και συνδυασμοί ηλεκτροδίων συλλιπάσματος για συγκολλήσεις τόξου με εμβάπτιση, χαλύβων υψηλής αντοχής – Ταξινόμηση”).

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 οξείδωσης με παχύ περιτύλιγμα καναβάτσας, διαποτισμένης με ασφαλικό υλικό, ή με κατάλληλη αντιδιαβρωτική βαφή, ή όπως αλλιώς ορίζεται στην Μελέτη. Ο προφυλασσόμενος με τον τρόπο αυτό οπλισμός θα καθαρίζεται επιμελώς πριν ενσωματωθεί στο σκυρόδεμα.

3.4. ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΘΕΜΕΛΙΑ

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 την 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 συμπίκνωση 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 την 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 Υπηρεσία.

3.5. ΑΡΜΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - ΑΡΜΟΙ ΣΥΣΤΟΛΗΣ Ή ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

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 κλειδές, 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 στην 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 την Μελέτη. Κανένα ενσωματούμενο στο σκυρόδεμα μεταλλικό τεμάχιο δεν θα συνεχίζεται μέσω αρμού συστολής ή διαστολής, εκτός αν προβλέπεται διαφορετικά στην 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 την Υπηρεσία, θα τοποθετείται σε επαφή με την πρώτη στρώση εγκεκριμένο υλικό πλήρωσης του αρμού, πριν αρχίσει η δεύτερη διάστρωση.

Οι προκύπτουσες από την 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 μην προκαλούνται ζημιές στο σκυρόδεμα.

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 σπλισμός 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) Μρα, για την αποκάλυψη καθαρών, υγιών 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 τον 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 αγρίεμα 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 την 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 την 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 την λήξη του χρόνου εργασιμότητας της κόλλας.

Γενικά η χρήση τύπων για τον σχηματισμό κατασκευαστικών αρμών δεν επιτρέπεται, εκτός αν δοθεί τέτοια έγκριση από την 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 Υπηρεσία.

3.6. ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

Η κατασκευή της μόνιμης επένδυσης θα τυποποιείται στον 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 μεταλλοτύπου που θα φέρει χαλύβδινη επένδυση και θα μετακινείται επί κινούμενου φορείου. 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 στην 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 σκυροδέμα.

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 άνευ κρούσεων και καταπονήσεων του σκυροδέματος.

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

Ο μεταλλότυπος θα διαθέτει ειδικό φορείο μεταφοράς του επί τροχών και θα κινείται επί σιδηροτροχιών που θα έχουν τοποθετηθεί κατάλληλα στο δάπεδο ή στα πέδιλα των σιδηροτροχιών. 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 την δόνηση και την επιθεώρηση του διαστρωνόμενου σκυροδέματος πίσω από τον 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 την 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 στην μεθοδολογία σκυροδέτησης και τελεί υπό την έγκριση της Υπηρεσίας με βάση τις απαιτήσεις επιτελεστικότητας και την στατική μελέτη της μόνιμης επένδυσης.

Στην μελέτη και κατασκευή του μεταλλότυπου θα ληφθεί υπ' όψη ότι ο άξονας της οδου στις σήραγγες έχει και καμπύλα τμήματα, ώστε να προβλεφθούν οι απαιτούμενες προσθήκες και προσαρμογές (π.χ. προσθήκη στον μεταλλότυπο μεταλλικών σφηνών) για την 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 στον 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 επαλειφεται 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 την 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 την 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 στην 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 στον 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 την διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ αυτών. Η αφαίρεση του μεταλλότυπου μπορεί να γίνει εφ' όσον η αντοχή του σκυροδέματος φτάσει την επιτρεπόμενη τιμή της.

3.7. ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΠΑΡΕΙΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΘΟΛΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

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

Ο εξοπλισμός και η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθούν για την διάστρωση του σκυροδέματος, θα είναι τέτοια που να επιτρέπουν την διάστρωση 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 την διάστρωση του σκυροδέματος.

Κατά την 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 την 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 υποστηριγμάτων 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 σηράγγων, 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 συμπυκνώνεται 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 την διάταξη όλων των ενσωματωμένων τεμαχίων, περιλαμβανομένων και των ράβδων του οπλισμού, τον εξοπλισμό και την αλληλουχία των εργασιών.

3.8. ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Το σκυρόδεμα συμπυκνώνεται με εσωτερικούς δονητές, και στην 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 σηράγγων 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 την 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.

3.9. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

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 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 Υπηρεσίας.

Υλικά, διαδικασίες και εργασίες για επισκευές του σκυροδέματος, καθώς και εργασίες μόρφωσης τελικών επιφανειών, θα ανταποκρίνονται στις εντολές και τις οδηγίες της 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 σπλισμό, ώστε να παρέχει πλήρη συνάφεια του σιδηρού σπλισμού με το νέο σκυρόδεμα. Τα κενά που θα πρέπει να πληρωθούν θα έχουν ακύρια, 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 γεμίματα και επισκευές θα συντηρούνται με τον ίδιο τρόπο που προδιαγράφεται για τις γενικές εργασίες σκυροδέματος. Τα εξογκώματα μπορεί να αφαιρούνται με λείανση. Άλλες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τέτοιες εργασίες επισκευής περιγράφονται λεπτομερώς στο κεφάλαιο VII του USBR Concrete Manual (8η έκδοση). 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. Στην 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 την Υπηρεσία. Μετά την εφαρμογή σε καθαρή και στεγνή επιφάνεια και ενώ βρίσκεται σε ημίρρευστη κατάσταση, το συνδετικό μέσο θα καλύπτεται με το σκυρόδεμα επισκευής.

3.10. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

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. Γενικά ισχύουν οι προβλέψεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος. Αν στην 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 την δυνατότητα δημιουργίας ρυθμιζόμενων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας στην περιοχή της επιφάνειας του σκυροδέματος για τουλάχιστον 48 ώρες μετά την μετακίνηση του μεταλλότυπου. Κατά την 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 την 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.

4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- i) Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής ενσωματούμενων υλικών.
- ii) Έλεγχος φακέλου εργαστηριακών δοκιμών. Σχετικά με τις απαιτήσεις συμμόρφωσης ισχύουν τα προβλεπόμενα στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος και στον Κανονισμό Τεχνολογίας Χαλύβων.
- iii) Έλεγχος γεωμετρικής ακρίβειας της κατασκευής σύμφωνα με τα σχέδια της εγκεκριμένης Μελέτης. Οι Ανοχές Μόνιμης Επένδυσης Σήραγγας, αν δεν καθορίζεται διαφορετικά στην 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:

- Για σήραγγες μήκους $L \leq 500$ m
 - Μέγιστη οριζοντιογραφική απόκλιση άξονα = $\pm 0,01$ m
 - Μέγιστη υψομετρική απόκλιση άξονα = $\pm 0,005$ m
- 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 (περιτυπώματος 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 έξι (6) mm και όπου το πάχος της είναι επτάμισι (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 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

1. Η απόκλιση από την οριζόντια στάθμη δεν θα υπερβαίνει τα τρία (3) mm.
2. Η μέγιστη διαφορά στάθμης, κατά μήκος μιας διαγωνίου, δεν θα υπερβαίνει τα τρία (3) mm.

iv) Έλεγχος της επιφάνειας μετά το ξεκαλούπωμα. Ικανοποίηση των προβλέψεων των παρ. 3.9 και 3.10 της παρούσας.

5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ ΜΟΝΙΜΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ

Ενδεικτικά, οι πιθανοί κίνδυνοι που ενδέχεται να προκύψουν κατά την εκτέλεση της εργασίας είναι:

- 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

5.2. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Απαιτείται η συμμόρφωση προς τα παρακάτω νομικά κείμενα ή και άλλα σχετικά ισχύοντα, που είναι 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"
- Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931Β/ 31.12.84)
- Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/Φ114080/732/96 "Ενσωμάτωση των διατάξεων της οδηγίας 92/104/ΕΟΚ "περί των ελάχιστων 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)
- Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΦΕΚ 59Β/11.5.65 και ΦΕΚ 293Β/ 11.5.63)
- 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" (ΦΕΚ 212Α/29-8-96), 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 ασφάλειας και υγείας για την χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ”

Οι ελάχιστες απαιτήσεις μέσω ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) είναι οι εξής:

- Προστατευτική ενδυμασία: EN 863:1995: Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance - Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση.
- Προστασία χεριών και βραχιόνων: EN 388:2003: Protective gloves against mechanical risks -- Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων.
- Προστασία κεφαλιού: EN 397:1995: Industrial safety helmets (Amendment A1:2000) -- Κράνη προστασίας.
- Προστασία ποδιών: EN 345-2:1996: Safety Footwear for Professional Use - Part 2. Additional Specifications Superseded by EN ISO 20345:2004 - Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση (αντικαταστάθηκε από το πρότυπο EN ISO 20345:2004).

Επίσης θα ισχύουν:

- Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α91) “Σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στο θόρυβο κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ”
- Π.Δ 397/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας 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”

Για την 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 την 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 την 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 την 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“

6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

6.1. ΕΓΧΥΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

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.) 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 επιμετρώνται και η ποσότητα, που αντιστοιχεί σε σύγκλιση μικρότερη της προβλεπόμενης από την Μελέτη.

Στην μονάδα μέτρησης ανάγονται:

- 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, ρυτινών επισκευής, άμμου κλπ και κάθε άλλου υλικού-μικροϋλικού για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σηράγγων και της θεμελίωσής της, όπως προδιαγράφεται στις ΠΕΤΕΠ και στη Μελέτη.
- Η διάθεση όλου του εργατικού και τεχνικού δυναμικού και του μηχανικού εξοπλισμού, μετά των σταλιών τους, που απαιτούνται για την παρασκευή, ανάμιξη, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση, 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 στις ΠΕΤΕΠ 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 στις ΠΕΤΕΠ και στη Μελέτη για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή της μόνιμης επένδυσης σηράγγων.

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.

Εναλλακτικά στη μονάδα μέτρησης του έγχυτου σκυροδέματος ανάγεται και η διάθεση, εισκόμιση, συναρμολόγηση, συντήρηση, λειτουργία, μετακίνηση του τύπου, του συνοδευτικού φορείου και οδηγών του, καθώς και η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση του συνόλου του εξοπλισμού αυτού με το πέρας της εργασίας (της παρ. 6.2).

6.2. ΤΥΠΟΙ (ΜΕΤΑΛΛΟΤΥΠΟΙ - ΞΥΛΟΤΥΠΟΙ)

Ο μεταλλότυπος ή ο ξυλότυπος που χρησιμοποιείται για την τελική επένδυση της διατομής της σήραγγας θα επιμετράται σε τετραγωνικά μέτρα πραγματικής σκυροδετημένης επιφάνειας.

Στην μονάδα μέτρησης ανάγονται 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 ΠΕΤΕΠ.

Οι τύποι για την κατασκευή επένδυσης σε φωλέες, 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.

Εναλλακτικά, η διάθεση, εισκόμιση, συναρμολόγηση, συντήρηση, λειτουργία, μετακίνηση του τύπου, του συνοδευτικού φορείου και οδηγών του, καθώς και η αποσυναρμολόγηση και απομάκρυνση του συνόλου του εξοπλισμού αυτού με το πέρας της εργασίας, ανάγεται στη μονάδα μέτρησης του έγχυτου σκυροδέματος (στην παρ. 6.1).

6.3. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ - ΠΛΕΓΜΑΤΑ

Η επιμέτρηση των χαλύβδινων ράβδων οπλισμού ή πλεγμάτων που ενσωματώνονται στην τελική επένδυση, 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.

Στη μονάδα μέτρησης των οπλισμών ανάγονται 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 δυναμικού και εξοπλισμού με τις σταλίες του και η εκτέλεση των εργασιών τοποθέτησης, σύνδεσης, δοκιμές, ελέγχους κλπ του οπλισμού, σύμφωνα με τα οριζόμενα στις ΠΕΤΕΠ 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.) αποζημιώνονται ιδιαίτερα εφ' όσον προβλέπονται στην Μελέτη και συμμετέχουν στον οπλισμό.