

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-07-02-00:2009

---

# ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ

---

## HELLENIC TECHNICAL SPECIFICATION

---



Τσιμεντενέσεις σηράγγων

---

Cement grouting in tunnels

Κλάση τιμολόγησης: 8

## Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-07-02-00 «**Τσιμεντενέσεις σιμάντων**» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2<sup>ης</sup> Ομάδας Διοίκησης Έργου (2<sup>η</sup> ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-07-02-00, 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 1501-12-07-02-00 εγκρίθηκε την 23<sup>η</sup> 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 .....	9
3.1 Ορισμοί .....	9
4 Ενσωματωμένα υλικά - Απαιτήσεις.....	9
4.1 Χαρακτηριστικά υλικών ενεμάτων .....	9
4.2 Σύνθεση.....	11
4.3 Δειγματοληψία – δοκιμές τσιμεντενέματος.....	11
5 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών .....	11
5.1 Εξοπλισμός .....	11
5.2 Τσιμεντενέσεις πλήρωσης.....	12
5.3 Τσιμεντενέσεις επαφής .....	13
5.4 Τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης.....	13
5.5 Τσιμεντενέσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία .....	15
6 Παραλαβή περατωμένων εργασιών .....	16
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος	16
7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών .....	16
7.2 Μέτρα υγείας – ασφάλειας .....	17
8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών .....	19
8.1 Τσιμεντενέσεις πλήρωσης.....	19
8.2 Τσιμεντενέσεις επαφής .....	20
8.3 Τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης .....	20
8.4 Τσιμεντενέσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία .....	21
8.5 Συνδέσεις οπών .....	22
8.6 Προμήθεια και ενσωμάτωση τσιμέντου για τσιμεντενέσεις .....	22
8.7 Προμήθεια και ενσωμάτωση άμμου για τσιμεντενέσεις .....	22

8.8	Προμήθεια, ενσωμάτωση και ενεργοποίηση μπεντονίτη για τσιμεντενέσεις.....	23
8.9	Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικού νατρίου για τσιμεντενέσεις.....	23
8.10	Προμήθεια και ενσωμάτωση ιπτάμενης τέφρας για τσιμεντενέσεις .....	23
8.11	Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικής παιπάλης για τσιμεντενέσεις .....	24

## Εισαγωγή

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

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



# Τσιμεντενέσεις σηράγγων

## 1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στο σύνολο των διατάξεων σχετικά με την εκτέλεση τσιμεντενέσεων σε υπόγεια έργα, σύμφωνα με την εγκεκριμένη Μελέτη και τις επί τόπου συνθήκες του γεωυλικού. Οι τσιμεντενέσεις μπορεί να είναι, πλήρωσης κενών ή ανοικτών διακλάσεων της βραχομάζας κατά τη διάνοιξη ή μεταγενέστερα, επαφής για την πλήρωση τυχόν κενών πίσω από τις μόνιμες επενδύσεις των υπογείων έργων, σταθεροποίησης για την ενίσχυση της βραχομάζας γύρω από τα υπόγεια έργα κατά τη διάρκεια της διάνοιξης ή/και μεταγενέστερα, για τη μείωση και έλεγχο καθιζήσεων εντός αποδεκτών ορίων, για τον έλεγχο των υπογείων νερών ή άλλου τύπου, σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Στις εργασίες τσιμεντενέσεων σταθεροποίησης περιλαμβάνεται και η εκτέλεση πληρώσεων οπών ή ρωγμών με ένεμα χωρίς ή με την εφαρμογή πολύ μικρής πίεσης.

Η πλήρης εκτέλεση τσιμεντενέσεων περιλαμβάνει τη διάθεση του κατάλληλου εξοπλισμού και του εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού, την προμήθεια τσιμέντου, νερού, άμμου, πρόσμικτων, πρόσθετων, σωλήνων εξαερισμού και κάθε απαιτούμενου υλικού, μικροϋλικού και εξαρτημάτων επί τόπου του έργου, τις εργασίες παραγωγής ενέματος, καθαρισμού, έκπλυσης και πλήρωσης οπών/ρωγμών/κενών βραχομάζας ή σκυροδέματος (σε οποιαδήποτε θέση), σταθεροποίησης ρωγμών, πίεσης ενεμάτων κλπ, καθώς και τις εργασίες, τον εξοπλισμό και τα υλικά για κάθε είδους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές, για την πλήρη εκτέλεση τσιμεντενέσεων σε υπόγεια έργα όπως προδιαγράφεται στις Προδιαγραφές και στη Μελέτη.

## 2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή 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 EN 197-2	Τσιμέντο - Μέρος 2 : Αξιολόγηση συμμόρφωσης -- Cement - Part 2: Conformity evaluation.
ΕΛΟΤ EN 206-1	Σκυρόδεμα - Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή, συμμόρφωση -- Concrete Part 1 : Specification, performance production and conformity.
ΕΛΟΤ EN 1008	Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού -- Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water.
ΕΛΟΤ EN 12620	Αδρανή σκυροδεμάτων -- Aggregates for concrete.

ΕΛΟΤ EN 934-4	Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 4: Πρόσθετα ενεμάτων για προεντεταμένους τένοντες - Ορισμοί, απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση -- Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 4: Admixtures for grout for prestressing tendons - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling.
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 ISO 13500 E2	Βιομηχανίες πετρελαίου και φυσικού αερίου - Ρευστά υλικά εξόρυξης - Προδιαγραφές και δοκιμές -- Petroleum and natural gas industries - Drilling fluid materials - Specifications and tests.
ΕΛΟΤ EN 413-1	Τσιμέντο τοιχοποιίας - Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης -- Masonry cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria.
ΕΛΟΤ EN 12350.05 E2	Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 5: Δοκιμή σε τράπεζα εξαπλώσεως -- Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test.
ΕΛΟΤ EN 480-4	Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέθοδοι δοκιμής - Μέρος 4: Προσδιορισμός του υδαρότητας του σκυροδέματος -- Admixtures for concrete, mortar and grout - Test methods - Part 4: Determination of bleeding of concrete.
ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 E2	Γενικές απαιτήσεις για την ικανότητα των εργαστηρίων δοκιμών και διακριβώσεων -- General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
ΕΛΟΤ EN 863	Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση -- Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance.
ΕΛΟΤ EN 388	Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων -- Protective gloves against mechanical risks.
ΕΛΟΤ EN 397	Κράνη προστασίας -- Industrial safety helmets (Amendment A1:2000).
ΕΛΟΤ EN ISO 20345	Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση -- Safety Footwear for Professional Use.
ΕΛΟΤ EN 136 E2	Μέσα προστασίας της αναπνοής - Μάσκες ολοκλήρου προσώπου - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση -- Respiratory protective devices - Full face masks - Requirements, testing, marking.
ΕΛΟΤ EN 140 E2	Μέσα προστασίας της αναπνοής- Φίλτρα αερίων και φίλτρα συνδυασμού - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση -- Respiratory protective devices - Gas filters and combined filters - Requirements, testing, marking.
ΕΛΟΤ EN 143/A1	Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φίλτρα για σωματίδια - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση -- Respiratory protective devices - Particle filters - Requirements, testing, marking.



ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC

Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτράσκεις για προστασία έναντι σωματιδίων - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση -- Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking.

ΕΛΟΤ EN 405 E2

Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτράσκεις με βαλβίδα για προστασία από αέρια ή αέρια και σωματίδια - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση -- Respiratory protective devices - Valved filtering half masks to protect against gases or gases and particles - Requirements, testing, marking.

### 3 Όροι και ορισμοί

Για τους σκοπούς της παρούσας Προδιαγραφής εφαρμόζονται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί.

#### 3.1 Ορισμοί

- 3.1.1 Τσιμεντενέσεις πλήρωσης** θεωρούνται οι τσιμεντενέσεις που εκτελούνται για την πλήρωση των κενών ή ανοικτών διακλάσεων της περιβάλλουσας το υπόγειο έργο βραχομάζας κατά την διάρκεια των εργασιών διάνοιξης ή μεταγενέστερα, με τη χρησιμοποίηση ενέματος δια βαρύτητας ή υπό χαμηλή πίεση, που δεν θα υπερβαίνει τα 250 (διακόσια πενήντα) kPa.
- 3.1.2 Τσιμεντενέσεις επαφής** θεωρούνται οι τσιμεντενέσεις που εκτελούνται για την πλήρωση των κενών μεταξύ της περιβάλλουσας βραχομάζας ή του εκτοξευομένου σκυροδέματος ή της στεγανωτικής μεμβράνης και των επενδύσεων από σκυρόδεμα των υπογείων έργων με τη χρησιμοποίηση ενέματος υπό πίεση που δεν θα υπερβαίνει τα 100 (εκατό) kPa ή σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.
- 3.1.3 Τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης** θεωρούνται οι εκτελούμενες υπό πίεση στις περιοχές των υπογείων έργων για την ενίσχυση ή/και την μείωση της διαπερατότητας της βραχομάζας, την πλήρωση τυχόν κενών κ.λπ., όπως περιγράφεται εδώ ή που θα καθοριστούν από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία. Καταχρηστικά, ως τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης θα θεωρούνται και οι πληρώσεις με ένεμα ανοικτών ρωγμών της βραχομάζας, σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, έστω και αν η εφαρμοζόμενη πίεση εκεί είναι μηδενική ή πολύ μικρή.
- 3.1.4 Οι τσιμεντενέσεις πλήρωσης του δακτυλίου** σε σήραγγες που διανοίγονται με TBM και έχουν επένδυση από προκατασκευασμένα στοιχεία είναι ένα από τα κυριότερα μέτρα μείωσης των καθιζήσεων στην περιοχή του ουραίου τμήματος της ασπίδας και των τοποθετημένων στοιχείων της επένδυσης. Με τις τσιμεντενέσεις γεμίζουν τα κενά μεταξύ της εκσκαφής και της μόνιμης επένδυσης.

### 4 Ενσωματωμένα υλικά - Απαιτήσεις

#### 4.1 Χαρακτηριστικά υλικών ενεμάτων

##### 4.1.1 Νερό

Το χρησιμοποιούμενο στα ενέματα νερό θα είναι καθαρό και απαλλαγμένο από οξέα, αλκάλια και απαράδεκτες ποσότητες αλάτων, ιλύος, οργανικών υλών και άλλων ακαθαρσιών. Το νερό δεν θα περιέχει υλικά που θα επιδρούν αρνητικά στην αποτελεσματικότητα των εργασιών τσιμεντενέσεων ή στην συμπεριφορά του ενέματος και θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1008. Εργαστηριακός έλεγχος για την καταλληλότητα του νερού μπορεί να ζητηθεί από την Διευθύνουσα Υπηρεσία.

##### 4.1.2 Τσιμέντο

Το χρησιμοποιούμενο στα ενέματα τσιμέντο θα συμμορφώνεται προς τα πρότυπα:

– ΕΛΟΤ EN 197-1 και

- ΕΛΟΤ EN 197-2, εκτός αν άλλως καθορίζεται στην μελέτη.

Για την επιλογή του τύπου του τσιμέντου θα γίνεται θεώρηση της διαβρωτικότητας του περιβάλλοντος, της διαπερατότητας του γεωυλικού και της τεχνικής διάρκειας ζωής του ενέματος. Η διαβρωτικότητα του περιβάλλοντος θα καθορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1.

Στην περίπτωση που απαιτείται τσιμέντο ανθεκτικό σε θειικά, αυτό θα συμμορφώνεται με τον τύπο IV /55 του Π.Δ. 244/80. Η χρήση τσιμέντου χύμα θα επιτρέπεται, με την προϋπόθεση ότι ο Ανάδοχος θα εξασφαλίσει αποδεκτές μεθόδους φορτοεκφόρτωσης, μεταφοράς, αποθήκευσης και μέτρησης, διαφορετικά θα χρησιμοποιείται μόνο τσιμέντο σε χάρτινους σάκους. Στο Εργοτάξιο θα διατηρείται αποθηκευμένη επαρκής ποσότητα τσιμέντου, ώστε να μην προκαλείται καθυστέρηση στις εργασίες τσιμεντενέσεων από έλλειψη υλικών. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι το τσιμέντο περιέχει σβώλους ή ξένες ουσίες, ο Ανάδοχος θα πρέπει με δική του δαπάνη να το καθαρίζει κοσκινίζοντας το υλικό στο κόσκινο Νο 100.

#### 4.1.3 Άμμος

Η άμμος θα ανταποκρίνεται στις σχετικές απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 12620 με τις παρακάτω διευκρινήσεις:

- Η μέγιστη διάσταση και το σχήμα των κόκκων της άμμου θα είναι τέτοια, ώστε να αποκλείεται η πιθανότητα έμφραξης των σωληνώσεων παροχής κατά την άντληση ενέματος, στη χαμηλότερη προβλεπόμενη πίεση και για ένεμα με τον χαμηλότερο λόγο νερού - τσιμέντου. Η διαβάθμιση της άμμου θα προδιαγραφεται στη Μελέτη.
- Η άμμος θα έχει συντελεστή λεπτότητας της έγκρισης της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.
- Το ποσοστό των κόκκων της άμμου που περνάει από το Γερμανικό κόσκινο 0,25 δεν πρέπει να υπερβαίνει το 24% του ξερού βάρους της άμμου

#### 4.1.4 Πρόσμηκτα

Τα πρόσμηκτα που τυχόν θα χρησιμοποιηθούν θα συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 934-4. Ειδικότερα δε:

Πυριτικό νάτριο θα χρησιμοποιείται σε περιοχές με νερά, όπου το ένεμα παρασύρεται και έτσι δεν μπορεί να δράσει, μόνον μετά από έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Το πυριτικό νάτριο θα πρέπει να είναι σύμφωνο με τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- Χημικός Τύπος :  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
- Μορφή : Παχύρρευστο υγρό
- Λόγος  $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$  :  $>3$
- PH : 12
- Πυκνότητα σε βαθμούς Baume : 39

Ο μπεντονίτης για χρήση στα ενέματα τσιμεντενέσεων θα συνοδεύεται από Πιστοποιητικό Δοκιμών, που εκτελέστηκαν από αναγνωρισμένο Εργαστήριο πιστοποιημένο σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025 E2. Το Πιστοποιητικό αυτό θα αναφέρει τον τύπο, την περιεκτικότητα σε φυσική υγρασία και το όριο υδαρότητας του μπεντονίτη, και θα υποβάλλεται στη Διευθύνουσα Υπηρεσία για έγκριση. Το όριο υδαρότητας του μπεντονίτη θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τριακόσια πενήντα (350) τοις εκατό για ένα μέσο όρο τριών (3) δοκιμών. Ο μπεντονίτης που θα προσκομισθεί στο εργοτάξιο και πριν να αναμιχθεί με νερό θα είναι σύμφωνος με την Προδιαγραφή ΕΛΟΤ EN ISO 13500.

#### 4.1.5 Πρόσθετα

Η ιπτάμενη τέφρα θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 450-1.

Η πυριτική παιπάλη θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 13263-1.

#### 4.2 Σύνθεση

Ο Ανάδοχος θα προτείνει μίγματα με αντίστοιχα δικαιολογητικά στοιχεία ενεμάτων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των τσιμεντενέσεων και θα προμηθεύσει μίγματα αποτελούμενα από ένα ή περισσότερα κατάλληλα συστατικά, ώστε να προσδιοριστούν η εφίδρωση, το ιξώδες, ο χρόνος πήξης, και άλλα χαρακτηριστικά. Με βάση τα αποτελέσματα ή τα στοιχεία θα εγκριθούν από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία οι συνθέσεις των μιγμάτων που θα χρησιμοποιηθούν για τις τσιμεντενέσεις.

Εφόσον στη σύνθεση του ενέματος προβλέπεται μπεντονίτης, η αναλογία νερού - μπεντονίτη στο ένεμα θα είναι 50:1 κατά βάρος, εκτός αν άλλως ορίζεται στη Μελέτη. Η ενεργοποίηση του μπεντονίτη θα γίνεται πάντοτε στον αναμικτήρα, για να επιτυγχάνεται η απορρόφηση του νερού, αναμιγνύοντας νερό και μπεντονίτη (σκόνη) σε αναλογία W:B=9:1 (κατά βάρος). Ο μπεντονίτης, που θα χρησιμοποιηθεί στις τσιμεντενέσεις πίεσης και σταθεροποίησης, θα έχει προαναμιχθεί με νερό και θα έχει ενεργοποιηθεί τουλάχιστον είκοσι τέσσερις (24) ώρες πριν από τη χρήση του και σύμφωνα με τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Εκτός αν οι τοπικές συνθήκες απαιτούν διαφορετικά, θα χρησιμοποιηθεί μίγμα τσιμεντενέματος αποτελούμενο από τσιμέντο, μπεντονίτη και νερό ή κονίαμα τσιμεντένωσης αποτελούμενο από τσιμέντο, μπεντονίτη όπως θα απαιτηθεί, άμμο και νερό.

#### 4.3 Δειγματοληψία – δοκιμές τσιμεντενέματος

Όπου απαιτείται έλεγχος της θλιπτικής αντοχής του σκληρυμένου τσιμεντενέματος αυτή θα γίνεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 413-1. Η απαίτηση ελάχιστης αντοχής θα καθορίζεται στην Μελέτη, όπως και ο ρυθμός λήψης των δοκιμών. Αν δεν ορίζεται διαφορετικά, οι έλεγχοι θα εκτελούνται σε 3 δοκίμια για κάθε ηλικία του τσιμεντενέματος και η ελάχιστη τιμή αντοχής δεν θα είναι μικρότερη από την απαιτούμενη. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης, οι ενέργειες θα αποφασίζονται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Η εργασιμότητα θα ελέγχεται με δοκιμή κάθισης σύμφωνα με τις προβλέψεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 413-1. Η μετρούμενη τιμή θα πρέπει να έχει απόκλιση το πολύ 25 mm από την απαιτούμενη τιμή. Εναλλακτικά είναι δυνατή η μέτρηση σε τράπεζα εξάπλωσης, σύμφωνα με τις προβλέψεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 12350.05 E2 και η μετρούμενη τιμή θα πρέπει να έχει απόκλιση το πολύ 10% από την απαιτούμενη τιμή.

Η εφίδρωση θα ελέγχεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 480-4 και θα είναι μικρότερη από 1% μέχρι την αρχική πήξη του τσιμεντενέματος.

Ο χρόνος πήξης θα ελέγχεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 413-1 και οι απαιτήσεις θα καθορίζονται από τη Μελέτη.

### 5 Μέθοδος εκτέλεσης εργασιών

#### 5.1 Εξοπλισμός

Όλος ο εξοπλισμός τσιμεντενέσεων θα είναι καταλλήλου τύπου, δυναμικότητας και μηχανικής κατάστασης για την εκτέλεση των σχετικών εργασιών. Η ισχύς του εξοπλισμού και η διάταξή του θα ικανοποιεί όλες τις ισχύουσες απαιτήσεις, κανονισμούς και κώδικες, τόσο για την ασφάλεια όσο και για τα γενικά προβλεπόμενα. Ο εξοπλισμός τσιμεντενέσεων θα συντηρείται κατά τρόπο σύμφωνο με τις οδηγίες του κατασκευαστή και θα είναι ικανός για συνεχή και αποτελεσματική λειτουργία κατά τη διάρκεια κάθε εργασίας τσιμεντένωσης.

Οι συσκευές ανάμιξης και έγχυσης του ενέματος θα είναι τύπου αποδεκτού από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία και ικανές να αναμιγνύουν αποτελεσματικά και να αναδεύουν το ένεμα, να το εισπνέζουν εντός των οπών ή των συνδέσεων παροχέτευσης ενέματος με συνεχή και αδιάκοπη ροή σε οποιαδήποτε προδιαγραφόμενη πίεση που θα ορίσει η Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Οι αναμικτήρες θα είναι μηχανικής λειτουργίας και εξοπλισμένοι με μετρητή κυβικών μέτρων, ακριβείας αναγνώσεων μέχρι δεκάτων του κυβικού μέτρου, για τον έλεγχο του νερού ανάμιξης, που χρησιμοποιείται στο ένεμα. Πέραν του αναμικτήρα, θα διατεθούν και δεξαμενές μηχανικής ανάδευσης. Ο ελάχιστος χρόνος ανάδευσης θα καθορίζεται με βάση δοκιμές επί τόπου με τον πραγματικά χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και τα υλικά. Η διαμόρφωση του αναμικτήρα θα είναι τέτοια που δεν θα προκύπτουν “νεκρές ζώνες” ανάμιξης. Τα υλικά του τσιμεντενέματος υπό μορφή κόνεως θα εισάγονται προς ανάμιξη ζυγιζόμενα με ακρίβεια 2% της απαιτούμενης σύνθεσης. Το νερό θα προστίθεται είτε ζυγιζόμενο είτε με μέτρηση του όγκου του με ακρίβεια σε κάθε περίπτωση 1% της απαιτούμενης σύνθεσης. Τα πρόσμικτα υγρής μορφής θα προστίθενται είτε με δοσομετρική αντλία, είτε με κάδο βαθμονομημένο για το σκοπό αυτό με ακρίβεια 5% της απαιτούμενης σύνθεσης. Κάθε πρόσμικτο θα προστίθεται και κατανέμεται στο ανάμιγμα με διακριτό εξοπλισμό. Η αλληλουχία εισαγωγής των διάφορων συστατικών θα ακολουθεί αυτήν που προέκυψε από τις επί τόπου δοκιμές. Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση αυτοκινούμενων μπετονιέρων για την ανάμιξη του τσιμεντενέματος.

Όλα τα ενέματα θα εγχύονται με ειδική εμβολοφόρο αντλία, διπλής ενέργειας ή άλλου τύπου αντλητικό εξοπλισμό, όπως ήθελε εγκριθεί.

Η ελάχιστη δυναμικότητα του συγκροτήματος τσιμεντενέσεων θα καθορίζεται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, και πάντως δεν θα είναι μικρότερη των εκατόν πενήντα (150) lt/mi/h ενέματος, σε συνεχή αδιάκοπη ροή, με πίεση ενός (1) MPa τουλάχιστον. Για την ενεμάτωση του δακτυλίου σε σήραγγες με επένδυση προκατασκευασμένων στοιχείων το συγκρότημα τσιμεντενέσεων θα έχει τη δυνατότητα ενεμάτωσης χωρίς διακοπή τουλάχιστον ενός πλήρους δακτυλίου προκατασκευασμένων στοιχείων.

Η διάταξη του εξοπλισμού τσιμεντενέσεων θα προβλέπει αγωγή τροφοδοσίας και επιστροφής από την αντλία τσιμεντένεσης στην οπή τσιμεντένεσης. Θα υπάρχουν προβλέψεις, ώστε να επιτυγχάνεται συνεχής κυκλοφορία και ακριβής έλεγχος των πιέσεων και ροών ενέματος εντός των οπών τσιμεντενέσεων. Για την αρχική πλήρωση των σωληνώσεων θα εισάγεται τσιμεντένεμα αναλογίας 1:1 κατ' όγκον ή άλλο κατάλληλο και αποδεκτό υλικό. Η αρχική πλήρωση των σωληνώσεων μόνο με νερό δεν θα επιτρέπεται χωρίς την αποδοχή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Ο Ανάδοχος θα συντάσσει πλήρη περιγραφή των λεπτομερειών τοποθέτησης του εξοπλισμού ανάμιξης, μεταφοράς και εισπίεσης στην σήραγγα, η οποία θα υποβάλλεται προς έγκριση στη Διευθύνουσα Υπηρεσία, τουλάχιστον ένα μήνα πριν από την προβλεπόμενη στο χρονοδιάγραμμα έναρξη των εργασιών τσιμεντενέσεων. Ο εξοπλισμός ανάμιξης ουδέποτε θα απέχει πέραν των πενήντα (50) m από την οπή, όπου εκτελείται η τσιμεντένεση.

## 5.2 Τσιμεντενέσεις πλήρωσης

Όπου απαιτείται εκτέλεση τσιμεντενέσεων πλήρωσης, αυτές θα εκτελούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρωση με ένεμα όλων των κενών και ανοικτών διακλάσεων της βραχομάζας.

Για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων πλήρωσης σε κοιλότητες υπερεκσκαφών των υπογείων έργων που δεν είναι εύκολο να πληρωθούν με σκυρόδεμα, θα τοποθετηθούν πριν από τη σκυροδέτηση σωλήνες εξαερισμού και τσιμεντένεσης, σύμφωνα με οδηγίες από τη μελέτη ή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Δεν θα απαιτηθεί έκπλυση των οπών ή δοκιμή εισπίεσης πριν την τσιμεντένεση.

Για τις τσιμεντενέσεις πλήρωσης μπορεί να κριθεί αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί μίγμα τσιμεντοκονιάματος, με αρχική αναλογία τσιμεντοκονιάματος που θα καθορίσει η μελέτη ή η Διευθύνουσα Υπηρεσία. Το πυκνότερο προβλεπόμενο μίγμα τσιμεντοκονιάματος, για τις τσιμεντενέσεις πλήρωσης, θα είναι μίγμα με αναλογία νερού - τσιμέντου - άμμου 1:1:1 (κατά βάρος). Η τσιμεντένεση οποιασδήποτε οπής δεν θα θεωρείται πλήρης μέχρις ότου πληρωθούν όλα τα κενά στη μέγιστη δυνατή έκταση. Για το σκοπό αυτό οι παρακείμενες οπές, στις οποίες δεν έχουν εκτελεστεί τσιμεντενέσεις, θα παραμένουν ανοικτές όσο διαρκεί η εκτέλεση των τσιμεντενέσεων, για την παρακολούθηση της απόστασης όδευσης του ενέματος από το σημείο εισπίεσης.

Μετά το τέλος της τσιμεντένωσης σε οποιαδήποτε οπή, θα εξακολουθήσει η διατήρηση της πίεσης με κατάλληλο εξάρτημα, μέχρις ότου το ένεμα αρχίσει να πήζει.

### 5.3 Τσιμεντένσεις επαφής

Οι τσιμεντένσεις επαφής θα εκτελούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρωση με ένεμα όλων των κενών μεταξύ των επενδύσεων από σκυρόδεμα και της εσωτερικής επιφάνειας (βραχώμαζα ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή στεγανωτική μεμβράνη) τα οποία τυχόν παρέμειναν απλήρωτα κατά τις σκυροδετήσεις.

Για την εκτέλεση τσιμεντένσεων σε κοιλότητες υπερεκσκαφών των υπογείων έργων που δεν είναι εύκολο να πληρωθούν με σκυρόδεμα, θα τοποθετηθούν πριν από την σκυροδέτηση σωλήνες εξαερισμού και τσιμεντένωσης μέσα στην επένδυση από σκυρόδεμα, όπως δείχνεται στα σχέδια της μελέτης ή στις θέσεις που θα δώσει οδηγίες η Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Σε σήραγγες στις οποίες τοποθετείται στεγανωτική μεμβράνη πίσω από τη μόνιμη επένδυση, η εκτέλεση των τσιμεντένσεων επαφής θα γίνεται υποχρεωτικά μέσω σωλήνων που θα έχουν ενσωματωθεί στην επένδυση από τον Ανάδοχο κατά τη σκυροδέτηση.

Δεν θα απαιτηθεί έκπλυση των οπών ή δοκιμή εισπίεσης, πριν την τσιμεντένωση.

Η επένδυση από σκυρόδεμα θα πρέπει να έχει διαστρωθεί τουλάχιστον δέκα τέσσερις (14) ημέρες πριν από την έναρξη των τσιμεντένσεων επαφής.

Για τις τσιμεντένσεις επαφής μπορεί να κριθεί αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί μίγμα τσιμεντοκονιάματος, με αρχική αναλογία τσιμέντου-άμμου που θα καθορίσει η μελέτη ή η Διευθύνουσα Υπηρεσία. Το πυκνότερο προβλεπόμενο μίγμα τσιμεντοκονιάματος, για τις τσιμεντένσεις επαφής, θα είναι μίγμα με αναλογία νερού - τσιμέντου - άμμου 1:1:1 (κατά βάρος). Η τσιμεντένωση οποιασδήποτε οπής δεν θα θεωρείται πλήρης μέχρις ότου πληρωθούν όλα τα κενά στη μέγιστη δυνατή έκταση. Για τον σκοπό αυτό οι παρακείμενες οπές, στις οποίες δεν έχουν εκτελεστεί τσιμεντένσεις, θα παραμένουν ανοικτές όσο διαρκεί η εκτέλεση των τσιμεντένσεων, για την παρακολούθηση της απόστασης όδευσης του ενέματος από το σημείο εισπίεσης.

Μετά το τέλος της τσιμεντένωσης σε οποιαδήποτε οπή, θα εξακολουθήσει η διατήρηση της πίεσης με κατάλληλο εξάρτημα, μέχρις ότου το ένεμα αρχίσει να πήζει.

Εάν, οποιαδήποτε οπή τσιμεντένσεων επαφής χρησιμοποιηθεί μεταγενέστερα και για την εκτέλεση τσιμεντένωσης σταθεροποίησης, αυτή θα καθαρίζεται από το τσιμεντένεμα σε όλο το πάχος της επένδυσης από σκυρόδεμα, προτού επέλθει η τελική πήξη του ενέματος.

### 5.4 Τσιμεντένσεις σταθεροποίησης

Εκτός αντίθετης οδηγίας της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, οι τσιμεντένσεις σταθεροποίησης θα εκτελούνται ως εξής:

- α. Η ελάχιστη διάμετρος οπών θα είναι σαράντα έξι (46) mm.
- β. Η τσιμεντένωση κάθε οπής θα εκτελείται κατά βήματα, αρχίζοντας από το στόμιο και προχωρώντας προς τον πυθμένα της οπής με τη χρήση στεγανωτικού παρεμβύσματος. Το μήκος κάθε βήματος και ο αριθμός των βημάτων σε κάθε οπή θα καθορισθεί από τη μελέτη ή τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, ανάλογα με την κλιμάκωση των επιθυμητών πιέσεων.
- γ. Μετά τη διάτρηση και τον καθαρισμό του πρώτου βήματος της οπής, το στεγανωτικό παρέμβυσμα θα εφαρμόζεται στην κορυφή του βήματος και θα εκτελείται τσιμεντένωση με την καθορισμένη από τη μελέτη ή τη Διευθύνουσα Υπηρεσία πίεση για το βήμα αυτό.
- δ. Μετά το πέρας της τσιμεντένωσης, το στεγανωτικό παρέμβυσμα θα αφήνεται στην θέση του, μέχρις ότου το ένεμα αποκτήσει την αρχική του πήξη.

ε. Κατόπιν θα ανασύρεται το στεγανωτικό παρέμβυσμα και θα γίνεται διάτρηση της οπής έως το βάθος του επόμενου βήματος, οπότε και θα εκτελείται τσιμεντένεση με την καθορισμένη πίεση για το βήμα αυτό (κατά κανόνα μεγαλύτερη αυτής του προηγούμενου βήματος).

στ. Η παραπάνω διαδικασία τσιμεντένεσης των οπών κατά βήματα με αντιστοίχως προδιαγραφόμενες πιέσεις, θα επαναλαμβάνεται μέχρι να τσιμεντενεθεί ολόκληρη η οπή.

Η ποσότητα του ενέματος που θα απαιτηθεί, θα εξαρτηθεί από τις συνθήκες οι οποίες θα διαπιστωθούν κατά την διάτρηση των οπών.

Συναντώμενες ρωγμές, λεπτές ενδιαστρώσεις ή τεκτονικά ρήγματα, τα οποία μπορεί να περιέχουν αργιλική πλήρωση ή άλλα εκπλύσιμα υλικά, θα εκπλύνονται πλήρως με νερό και αέρα υπό πίεση, για την κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αφαίρεση τέτοιων υλικών και μέχρις ότου το επιστρέφον νερό είναι διαυγές. Τέτοια υλικά θα αποβάλλονται από μία ή περισσότερες οπές με την εισπίεση νερού σε μία παρακείμενη οπή. Όλες οι προς τσιμεντένεση οπές θα υποβάλλονται σε πλήρη δοκιμασία με καθαρό νερό υπό συνεχή πίεση μέχρι την απαιτούμενη πίεση τσιμεντένεσης με χρησιμοποίηση βημάτων, ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματικός καθαρισμός διατεταγμένων ρωγμών και λεπτών ενδιαστρώσεων, να προσδιορισθεί ο ρυθμός εισδοχής ύδατος και η έκταση διαρροών.

Όλες οι σχετικά στεγανές οπές, θα εκπλυθούν με αυτή την πίεση και η έκπλυση θα συνεχισθεί για όση διάρκεια παρατηρείται αύξηση του ρυθμού εισδοχής νερού. Αναικτές οπές, στις οποίες δύναται να επιτευχθεί μικρή ή καθόλου πίεση, θα εκπλύνονται για περίοδο πέντε (5) λεπτών ή για όση περίοδο παρατηρείται αποβολή υλικού πλήρωσης ρωγμών, όπως καθορίζεται από τη διαφυγή θολού λασπώδους ύδατος δια μέσου επιφανειακών ανοιγμάτων ή άλλων οπών.

Γενικά η εργασία τσιμεντένεσεων σταθεροποίησης θα αρχίζει με μίγμα ενός (1) μέρους τσιμέντου προς δύο (2) μέρη νερού, κατά βάρος.

Εάν συναντηθούν ανοικτές ρωγμές και δεν μπορεί να διατηρηθεί η καθορισμένη πίεση, η αναλογία νερού - τσιμέντου θα μειώνεται σταδιακά, ή και θα χρησιμοποιηθεί ένεμα με τσιμέντο, νερό και άμμο μέχρι να επιτευχθεί η απαιτούμενη πίεση. Εάν, λόγω του μεγέθους και της συνέχειας των ανοικτών ασυνεχειών της βραχομάζας, δεν επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα, παρόλο που χρησιμοποιείται το πυκνότερο αντλήσιμο μίγμα με άμμο, η εργασία τσιμεντένεσης στην οπή θα διακόπτεται. Στην περίπτωση αυτή η οπή θα καθαρίζεται, αφού το ένεμα πάρει την αρχική του πήξη και θα εκτελείται εκ νέου τσιμεντένεση της οπής αυτής.

Εάν, κατά τη διάρκεια της τσιμεντένεσης οποιασδήποτε οπής, εμφανισθεί διαρροή ενέματος από παρακείμενες οπές τσιμεντένεσεων ή διασυνδέσεις ενέματος σε ικανή ποσότητα, ώστε να δημιουργούνται σοβαρές εμπλοκές στη διαδικασία της τσιμεντένεσης, ή παρατηρείται σημαντική απώλεια ενέματος, αυτές οι οπές ή θέσεις διαρροών θα ταπώνονται ή θα φράζονται προσωρινά. Η πίεση του ενέματος που διαρρέει από οποιαδήποτε παρακείμενη οπή θα μετράται με την τοποθέτηση στεγανωτικού παρεμβύσματος στην οπή αυτή και οι πιέσεις αυτές θα διατηρούνται κάτω από τις επιτρεπόμενες για το συγκεκριμένο στάδιο της οπής αυτής. Εάν τέτοιο τάπωμα δεν είναι απαραίτητο, οι οπές στις οποίες δεν έχουν εκτελεσθεί ακόμα τσιμεντένεσεις, θα αφήνονται ανοικτές για να διευκολύνεται η διαφυγή νερού και αέρα κατά την εισπίεση ενέματος σε άλλες οπές. Πριν το ένεμα πήξει, η αντλία ενέματος θα συνδεθεί με παρακείμενες ταπωμένες οπές και με άλλες οπές, από τις οποίες παρατηρήθηκε εκροή ενέματος και η τσιμεντένεση όλων των οπών θα ολοκληρωθεί συγχρόνως σύμφωνα με τις προδιαγραφείς για τσιμεντένεση πιέσεις, ή θα πλυθούν με νερό, πριν το ένεμα πήξει ή θα επαναδιατηρηθούν και θα τσιμεντενεθούν αργότερα, σύμφωνα με τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Εάν κατά τη διάρκεια τσιμεντένεσης σε οποιαδήποτε οπή, διαπιστωθεί διαρροή ενέματος από οποιοδήποτε τμήμα των κατασκευών, η διαρροή αυτή θα φράζεται από τον Ανάδοχο.

Η τσιμεντένεση σταθεροποίησης οποιασδήποτε οπής θα συνεχίζεται, μέχρις ότου η απορρόφηση του ενέματος είναι μικρότερη από δύο (2) λίτρα ανά λεπτό και για χρονικό διάστημα τουλάχιστον δέκα (10) λεπτών.

Η καθορισμένη πίεση τσιμεντένεσης για κάθε στάδιο θα διατηρείται σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της τσιμεντένεσης. Πάντως σαν προστασία από τυχόν μετακινήσεις βράχου ή σκυροδέματος ή κατά τη διάρκεια

έμφραξης των διαρροών ενέματος, η Διευθύνουσα Υπηρεσία μπορεί να απαιτήσει τη μείωση της πίεσης άντλησης, ή διακοπτόμενη άντληση, ή τη διακοπή της άντλησης. Μετά το τέλος της τσιμεντένωσης των οπών, ή άλλων θέσεων τσιμεντένωσης, οι πιέσεις θα διατηρούνται με τη χρήση κατάλληλων δικλείδων ή βαλβίδων, μέχρις ότου πήξει επαρκώς το ένεμα, ώστε να μπορεί να συγκρατηθεί στις οπές ή άλλες θέσεις, στις οποίες έγινε τσιμεντένωση.

Ένεμα, το οποίο δεν έχει χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε λόγο, μέσα σε δύο (2) ώρες μετά την ανάμιξή του, θα απορρίπτεται.

Οι εργασίες τσιμεντένωσης θα γίνονται από ειδικευμένο προσωπικό (με διαπιστευτήρια) του Αναδόχου με εμπειρία σε παρόμοια έργα.

Ο Ανάδοχος θα λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να αποφευχθούν ζημιές σε παρακείμενες κατασκευές ή/και διογκώσεις, από την αύξηση της πίεσης εντός του γεωυλικού εξ' αιτίας των τσιμεντένωσης. Όπου αναμένεται η επιβολή σημαντικών πιέσεων εντός του γεωυλικού, ο Ανάδοχος θα σχεδιάσει και εφαρμόσει σύστημα ενόργανης παρακολούθησης για την προστασία των παρακείμενων κατασκευών.

Θα ληφθούν όλες οι απαραίτητες προφυλάξεις για να αποφευχθεί η είσοδος του ενέματος σε αγωγούς, αποστραγγιστικές στρώσεις και άλλες υπόγειες κατασκευές.

Η μελέτη τσιμεντένωσης κατ'ελάχιστον θα περιλαμβάνει α) υπολογισμούς που θα αποδεικνύουν την ικανότητα του ενέματος να εισχωρήσει στο γεωυλικό, β) κριτήρια μέτρησης της επάρκειας της βελτίωσης του γεωυλικού, γ) λεπτομέρειες της περιοχής προς τσιμεντένωση σε σχέση με τις παρακείμενες κατασκευές, δ) κάρναβος οπών τσιμεντένωσης,

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει μεθοδολογία εκτέλεσης της εργασίας που θα περιλαμβάνει λεπτομέρειες του εξοπλισμού παραγωγής, αποθήκευσης υλικών, σύνθεση ενεμάτων, διαδικασίες ελέγχου και πρόγραμμα ελέγχου ποιότητας, καταγραφές πιέσεων εισπίεσης και απορρόφησης ενέματος, σχέδιο και φάκελο υγιεινής και ασφάλειας για όλες τις σχετικές εργασίες, συμπεριλαμβανομένης της εκσκαφής στο τσιμεντενεμένο έδαφος, εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών και των εργασιών και εκτίμηση επικινδυνότητας συμπεριλαμβανομένων μεθόδων μείωσης των κινδύνων.

Ο Ανάδοχος θα καταγράφει όλες τις λεπτομέρειες των τσιμεντένωσης συμπεριλαμβανομένων της διεύθυνσης και μήκους των οπών, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, την τοποθεσία και χρονισμό, τα υλικά και ποσότητες ενεμάτων, πιέσεις εισπίεσης κ.λ.π. Αντίγραφο των στοιχείων αυτών θα δίνεται καθημερινά στον επιβλέποντα.

## 5.5 Τσιμεντένσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία

Οι τσιμεντένσεις αυτές εκτελούνται:

- Μέσα από κανάλια του ουραίου τμήματος της ασπίδας (όταν απαιτείται γρήγορος καθαρισμός του συστήματος προσαγωγής του τσιμεντενέματος στην περίπτωση σταματήματος ή έμφραξης).
- Μέσα από οπές που αφήνονται στα προκατασκευασμένα στοιχεία.

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει μεθοδολογία εκτέλεσης της εργασίας που θα περιλαμβάνει λεπτομέρειες του εξοπλισμού παραγωγής, αποθήκευσης υλικών, σύνθεση ενεμάτων, διαδικασίες ελέγχου και πρόγραμμα ελέγχου ποιότητας, καταγραφές πιέσεων εισπίεσης και απορρόφησης ενέματος, εκσκαφή στο τσιμεντενεμένο έδαφος, εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών και των εργασιών και εκτίμηση επικινδυνότητας συμπεριλαμβανομένων μεθόδων μείωσης των κινδύνων.

Η πίεση εισπίεσης του ενέματος δεν θα είναι μεγαλύτερη από μία (1) ατμόσφαιρα της υδροστατικής πίεσης στην θέση εκτέλεσης της τσιμεντένωσης εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά στην μελέτη.

Το ένεμα θα εισπνέζεται έγκαιρα προκειμένου να ελαχιστοποιούνται οι εδαφικές μετακινήσεις.

Η τσιμεντένωση θα γίνεται από τον πυθμένα της μόνιμης επένδυσης προς τον θόλο, έτσι ώστε να απομακρύνονται σταδιακά ο εγκλωβισμένος αέρας και νερό από τα κενά. Στις οπές τσιμεντένωσης θα

τοποθετούνται βαλβίδες, για να επιτρέπεται η πήξη του ενέματος υπό πίεση, μόλις αποσυνδεθεί του σωλήνα της τσιμεντένεσης. Μετά την πήξη του ενέματος οι οπές τσιμεντένεσης θα ασφαρίζονται μόνιμα.

Ο Ανάδοχος θα λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να αποφευχθεί οποιαδήποτε υπερπίεση ή διόγκωση στο γεωυλικό που μπορεί να προκαλέσει βλάβη σε παρακείμενες κατασκευές.

Ο εξοπλισμός εισπίεσης του ενέματος θα είναι εφοδιασμένος με μετρητή πίεσης και αυτόματες βαλβίδες εκτόνωσης της πίεσης σε προκαθορισμένα όρια.

Δευτερεύουσα εισπίεση ενέματος θα γίνεται σε επιλεγμένες θέσεις, δια μέσου των οπών τσιμεντένεσεων. Θα γίνεται διάτρηση δια μέσου του υφιστάμενου ενέματος. Δευτερεύουσα εισπίεση ενέματος θα γίνεται εντός 14 ημερών από την αρχική ενεμάτωση ή όταν το μέτωπο εκσκαφής έχει απομακρυνθεί 50 μέτρα από τις θέσεις της αρχικής ενεμάτωσης. Η πίεση της δευτερεύουσας ενεμάτωσης θα είναι τέτοια ώστε να γεμίζουν με ένεμα όλα τα εναπομείναντα κενά.

Η ενεμέτωση του κενού θα γίνεται με συνεχή και άμεσο τρόπο μέσα από το ουριαίο τμήμα της ασπίδας ή το συντομότερο δυνατόν όταν γίνεται εισπίεση μέσω των προκατασκευασμένων στοιχείων.

## 6 Παραλαβή περατωμένων εργασιών

- Έλεγχος Πρωτοκόλλων Παραλαβής ενσωματωμένων υλικών.
- Έλεγχος φακέλου εργαστηριακών δοκιμών.
- Έλεγχος εκπλήρωσης των κριτηρίων για τις τσιμεντένεσεις που έχει θέσει η Μελέτη.

Σε κάθε στάδιο της κατασκευής των τσιμεντένεσεων θα γίνεται έλεγχος από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία για να διαπιστωθεί εάν η κατασκευή έγινε σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή. Για τις ανάγκες του παραπάνω ελέγχου θα συντάσσεται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία Λίστα Ελέγχου Εργασιών, η οποία θα περιλαμβάνει: α) όλες τις επί μέρους εργασίες που απαιτούνται για την έντεχνη και αποτελεσματική κατασκευή των τσιμεντένεσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής, β) αναγραφή συμμόρφωσης ή μη, με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής, για κάθε επί μέρους εργασία, γ) παρατηρήσεις για διορθωτικές δράσεις.

Η λίστα θα συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής των τσιμεντένεσεων και σε περίπτωση μη τελικής συμμόρφωσης η εργασία θα απορρίπτεται και θα επαναλαμβάνεται. Η Λίστα Ελέγχου Εργασιών μπορεί να αφορά ομάδα εργασιών ή τμήματα ελέγχου κατά την κρίση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

## 7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

### 7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

- Καταρρεύσεις μετώπου ή θόλου σήραγγας
- Εργασία παρουσία σκόνης, καπνού και επιβλαβών αερίων και υπό συνθήκες θορύβου, ο οποίος αυξάνεται με την ανάκλαση στις παρειές της σήραγγας.
- Διόγκωση γεωυλικού, αύξηση της εσωτερικής πίεσης του και βλάβες σε παρακείμενες κατασκευές.
- Επέκταση των σωληνώσεων εισκόμισης τσιμεντένεματος 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 πυρκαγιά ή επέκταση της πυρκαγιάς σε υδραυλικά λάδια.
- Εργασία με πεπιεσμένο αέρα.
- Μεταφορά βαρέων αντικειμένων.
- Χρήση ουσιών. Ο μπεντονίτης σε ξηρή κατάσταση δημιουργεί αναπνεύσιμη σκόνη. Σε υγρή κατάσταση δημιουργεί ολισθηρές επιφάνειες. Τα διάφορα πρόσμικτα πιθανόν να είναι επιβλαβή.
- Εργασία σε ύψος

## 7.2 Μέτρα υγείας – ασφάλειας

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

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

Υποχρεωτική επίσης είναι η χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) κατά την εκτέλεση των εργασιών. Οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι οι εξής (σε ότι αφορά τα ΜΑΠ της αναπνοής η επιλογή θα γίνεται με βάση τις αναμενόμενες ή επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες):

### Πίνακας 13 - 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 αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 136 E2
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 140 E2
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 143/A1
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 405 E2
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 143/A1

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<sup>ης</sup> 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 ισχύοντα Ελληνικά Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών.

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"

## 8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

### 8.1 Τσιμεντενέσεις πλήρωσης

Η επιμέτρηση της πλήρους τσιμεντενέσεως πλήρωσης κενών ή ανοικτών διακλάσεων της βραχομάζας στις υπόγειες εκσκαφές, όταν απαιτείται, θα γίνεται σε κυβικά μέτρα ενέματος που πραγματικά εισπιάσθηκε στις οπές και τις ρωγμές του βράχου, σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης ή εντολή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

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 συμπαραγομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω ορθή εκτέλεση των εργασιών τσιμεντενέσεως πλήρωσης. Ειδικότερα, ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Κινητοποίηση, εγκατάσταση και αποκινητοποίηση του απαιτούμενου εξοπλισμού
- Η προμήθεια των απαραίτητων υλικών(σημειώνεται ότι το τσιμέντο, η άμμος, ο μπεντονίτης, το πυριτικό νάτριο, η ιπτάμενη τέφρα και η πυριτική πταιπάλη επιμετρώνται χωριστά)
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο (όλων των απαραίτητων υλικών)
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την ανάμιξη του τσιμεντενέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για τη μεταφορά του τσιμεντενέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την εισπίαση του τσιμεντενέματος με την προβλεπόμενη διαδικασία
- Το καλαφάτισμα και σφράγιση των ρωγμών από τις οποίες διαρρέει ένεμα
- Αφαίρεση των σωλήνων των στομιών από τις οπές τσιμεντενέσεων, τον έλεγχο και την απόρριψη ακάθартου νερού και άχρηστου ενέματος, τον καθαρισμό του σκυροδέματος και τη διάθεση του σχετικού εργατικού δυναμικού και εφοδίων
- Η φθορά και απομείωση των υλικών, η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων, καταγραφών κ.λ.π. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.
- Ένεμα, ή συστατικά υλικά του, που χάθηκαν λόγω ακατάλληλης πάκτωσης των σωλήνων τσιμεντενέσεων ή συνδέσεων, ή που απορρίφθηκαν λόγω ανεπαρκούς και ακατάλληλης ανάμιξης, ή που απωλέσθηκαν από διαρροή λόγω παράλειψης του Αναδόχου να σταματήσει διαρροές από

ρωγμές ή οπές τσιμεντενέσεων, όταν του δόθηκε σχετική εντολή ή για ένεμα που κατέστη ακατάλληλο λόγω μη χρησιμοποίησής του στον επιτρεπόμενο από τις Προδιαγραφές χρόνο.

## 8.2 Τσιμεντενέσεις επαφής

Ουδεμία επιμέτρηση θα γίνεται για την εργασία για τα υλικά, τον εξοπλισμό, τις δοκιμές και το ένεμα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των τσιμεντενέσεων επαφής.

## 8.3 Τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης

Η επιμέτρηση της πλήρους τσιμεντενέσης σταθεροποίησης στις υπόγειες εκσκαφές, όταν απαιτείται, θα γίνεται με τα κυβικά μέτρα ενέματος, που πραγματικά εισπιάσθηκε στις οπές και τις ρωγμές του βράχου, σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης ή εντολή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Θα γίνεται διαφοροποίηση της επιμέτρησης των τσιμεντενέσεων σταθεροποίησης με βάση την εφαρμοζόμενη πίεση ως εξής:

- Τσιμεντένεμα για τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης, πίεσης μικρότερης των 5 MPa.
- Τσιμεντένεμα σε τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης, πίεσης από 5 έως 20 MPa.
- Τσιμεντένεμα σε τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης, πίεσης μεγαλύτερης των 20 MPa.

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 συμπαραγομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω ορθή εκτέλεση των εργασιών. Ειδικότερα ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Κινητοποίηση, εγκατάσταση και αποκινητοποίηση του απαιτούμενου εξοπλισμού
- Η προμήθεια των απαραίτητων υλικών (σημειώνεται ότι το τσιμέντο, η άμμος, ο μπετονίτης, το πυριτικό νάτριο, η ιπτάμενη τέφρα και η πυριτική παιπάλη επιμετρώνται χωριστά)
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο (όλων των απαραίτητων υλικών)
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την ανάμιξη του τσιμεντενέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για τη μεταφορά του τσιμεντενέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την εισπίαση του τσιμεντενέματος με την προβλεπόμενη διαδικασία
- Το καλαφάτισμα και σφράγιση των ρωγμών από τις οποίες διαρρέει ένεμα
- Αφαίρεση των σωλήνων των στομιών από τις οπές τσιμεντενέσεων, τον έλεγχο και την απόρριψη ακάθартου νερού και άχρηστου ενέματος, τον καθαρισμό του σκυροδέματος και τη διάθεση του σχετικού εργατικού δυναμικού και εφοδίων
- Η φθορά και απομείωση των υλικών, η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων, καταγραφών κ.λ.π. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

- Ένεμα, ή συστατικά υλικά του, που χάθηκαν λόγω ακατάλληλης πάκτωσης των σωλήνων τσιμεντενέσεων ή συνδέσεων, ή που απορρίφθηκαν λόγω ανεπαρκούς και ακατάλληλης ανάμιξης, ή που απωλέσθηκαν από διαρροή λόγω παράλειψης του Αναδόχου να σταματήσει διαρροές από ρωγμές ή οπές τσιμεντενέσεων, όταν του δόθηκε σχετική εντολή ή για ένεμα που κατέστη ακατάλληλο λόγω μη χρησιμοποίησής του στον επιτρεπόμενο από τις Προδιαγραφές χρόνο.

Το τσιμέντο, η άμμος, ο μπετονίτης, το πυριτικό νάτριο, η ιπτάμενη τέφρα και η πυριτική παιπάλη που χρησιμοποιήθηκαν σε τσιμεντενέσεις που έγιναν αποδεκτές από την Υπηρεσία θα επιμετρώνται ιδιαίτερα. Η επιμέτρηση για τη σύνδεση για τσιμεντένεση σε κάθε οπή τσιμεντενέσεων ή άλλη θέση τσιμεντένεσης θα γίνεται ιδιαίτερα.

Η επιμέτρηση για σύνδεση της γραμμής παροχής ενέματος σε οπές για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων θα γίνεται μόνο μία φορά για κάθε οπή ή άλλη θέση (π.χ. ρωγμές ή κοιλότητες) που θα εκτελεσθεί τσιμεντένεση, και για τις οπές ή θέσεις που πραγματικά εκτελέσθηκε τσιμεντένεση, ανεξάρτητα από το πόσες πρόσθετες φορές έγινε τοποθέτηση των στεγανωτικών παρεμβυσμάτων ή συνδέθηκε η ίδια οπή για τσιμεντένεση, και ανεξάρτητα από τον όγκο νερού ή ενέματος που πραγματικά εισπιάσθηκε μέσα σε οπή τσιμεντενέσεων ή σε κάθε σύνδεση για τσιμεντένεση. Συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε ρωγμές ή ανοίγματα στη βραχομάζα, συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε υπάρχουσες ερευνητικές οπές και συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε σωλήνες παροχής για την τσιμεντένεση αρμών σκυροδέματος, όταν απαιτούνται, θα θεωρούνται σαν συνδέσεις για τσιμεντένεση σε οπές τσιμεντενέσεων και θα επιμετρώνται για πληρωμή με βάση τη συμβατική τιμή μονάδας για συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε οπές τσιμεντενέσεων του παρόντος Κονδυλίου.

#### **8.4 Τσιμεντενέσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία**

Η επιμέτρηση της πλήρους τσιμεντένεσης πλήρωσης του δακτυλίου σε σήραγγες που διανοίγονται με TBM και έχουν επένδυση από προκατασκευασμένα στοιχεία θα γίνεται σε κυβικά μέτρα ενέματος, που πραγματικά εισπιάσθηκε, σύμφωνα με την Μελέτη ή εντολή της Υπηρεσίας.

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 συμπαραγομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω ορθή εκτέλεση των εργασιών. Ειδικότερα ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Κινητοποίηση, εγκατάσταση και αποκινητοποίηση του απαιτούμενου εξοπλισμού
- Η προμήθεια των απαραίτητων υλικών (σημειώνεται ότι το τσιμέντο, η άμμος, ο μπετονίτης, το πυριτικό νάτριο, η ιπτάμενη τέφρα και η πυριτική παιπάλη επιμετρώνται χωριστά)
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο (όλων των απαραίτητων υλικών)
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την ανάμιξη του τσιμεντενέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για τη μεταφορά του τσιμεντενέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την εισπίαση του τσιμεντενέματος με την προβλεπόμενη διαδικασία
- Το καλαφάτισμα και σφράγιση των ρωγμών από τις οποίες διαρρέει ένεμα
- Αφαίρεση των σωλήνων των στομιών από τις οπές τσιμεντενέσεων, τον έλεγχο και την απόρριψη ακάθартου νερού και άχρηστου ενέματος, τον καθαρισμό του σκυροδέματος και τη διάθεση του σχετικού εργατικού δυναμικού και εφοδίων
- Η φθορά και απομείωση των υλικών, η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού

- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων, καταγραφών κ.λ.π. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.
- Ένεμα, ή συστατικά υλικά του, που χάθηκαν λόγω ακατάλληλης πύκνωσης των σωλήνων τσιμεντενέσεων ή συνδέσεων, ή που απορρίφθηκαν λόγω ανεπαρκούς και ακατάλληλης ανάμιξης, ή που απωλέσθηκαν από διαρροή λόγω παράλειψης του Αναδόχου να σταματήσει διαρροές από ρωγμές ή οπές τσιμεντενέσεων, όταν του δόθηκε σχετική εντολή ή για ένεμα που κατέστη ακατάλληλο λόγω μη χρησιμοποίησής του στον επιτρεπόμενο από τις Προδιαγραφές χρόνο.

### 8.5 Συνδέσεις οπών

Η επιμέτρηση για σύνδεση της γραμμής παροχής ενέματος σε οπές για την εκτέλεση των ενεματώσεων πλήρωσης ή σταθεροποίησης ή δακτυλίου, αν απαιτείται, θα γίνεται ανά τεμάχιο και μόνο μία φορά για κάθε οπή ή άλλη θέση (π.χ. ρωγμές ή κοιλότητες) που θα εκτελεσθεί η ενεμάτωση και για τις οπές ή θέσεις που πραγματικά εκτελέσθηκε τσιμεντένεση με εντολή της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, ανεξάρτητα από το πόσες πρόσθετες φορές έγινε τοποθέτηση των στεγανωτικών παρεμβυσμάτων ή συνδέθηκε η ίδια οπή για ενεμάτωση και ανεξάρτητα από τον όγκο νερού ή ενέματος που πραγματικά εισπιάσθηκε μέσα σε οπή ενεματώσεων ή σε κάθε σύνδεση για ενεμάτωση.

Συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε ρωγμές ή ανοίγματα στη βραχομάζα, συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε υπάρχουσες ερευνητικές οπές και συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε σωλήνες παροχής για την τσιμεντένεση αρμών σκυροδέματος, όταν απαιτούνται, θα θεωρούνται σαν συνδέσεις για τσιμεντένεση σε οπές τσιμεντενέσεων και θα επιμετρούνται με βάση τα προβλεπόμενα για συνδέσεις για τσιμεντενέσεις σε οπές τσιμεντενέσεων.

### 8.6 Προμήθεια και ενσωμάτωση τσιμέντου για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση τσιμέντου που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα ενέματος, όταν απαιτείται, θα γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος, σε μετρικούς τόνους, του τσιμέντου που χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα.

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 των απαραίτητων κατηγοριών τσιμέντου
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή τους στο έργο
- Η διακίνησή τους μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης

### 8.7 Προμήθεια και ενσωμάτωση άμμου για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση άμμου που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα ενέματος, όταν απαιτείται, θα γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος σε μετρικούς τόνους στεγνής άμμου που χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα.

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 της άμμου
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή της στο έργο
- Η διακίνησή της μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης

### 8.8 Προμήθεια, ενσωμάτωση και ενεργοποίηση μπεντονίτη για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση μπεντονίτη που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, όταν απαιτείται, θα γίνεται με βάση την πραγματική ποσότητα του υλικού σε χιλιόγραμμα, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Κατασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα.

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 συμπαραγομαρτούσα 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 του μπεντονίτη
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή του στο έργο
- Η διακίνησή του μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης

### 8.9 Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικού νατρίου για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση του πυριτικού νατρίου που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, όταν απαιτείται, θα γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος σε χιλιόγραμμα του ρευστού υλικού, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Κατασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα.

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 συμπαραγομαρτούσα 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 του πυριτικού νατρίου
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή του στο έργο
- Η διακίνησή του μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης

Καμία επιμέτρηση άλλων χημικών προσμίκτων εκτός από το πυριτικό νάτριο, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν στα μίγματα του ενέματος δεν θα γίνεται.

### 8.10 Προμήθεια και ενσωμάτωση ιπτάμενης τέφρας για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση ιπτάμενης τέφρας που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, όταν απαιτείται, θα γίνεται με βάση την πραγματική ποσότητα του υλικού σε χιλιόγραμμα, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Κατασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα.

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 συμπαραγομαρτούσα 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 της ιπτάμενης τέφρας
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή της στο έργο
- Η διακίνησή της μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης

### 8.11 Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικής παιπάλης για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση πυριτικής παιπάλης που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος όταν απαιτείται, θα γίνεται με βάση την πραγματική ποσότητα του υλικού σε χιλιόγραμμα, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Κατασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα.

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 συμπαραγομαρτούσα 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 της πυριτικής παιπάλης
- Η μεταφορά και προσωρινή αποθήκευσή της στο έργο
- Η διακίνησή της μέχρι τη θέση ενσωμάτωσης