

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α54

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.



ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΤΕΠ 12-07-02-00

- 12 Σήραγγες
- 07 Διατρήσεις – Τσιμεντενέσεις
- 02 Τσιμεντενέσεις**
- 00 -

Αρχική Έκδοση - Μάιος 2006
1^η Αναθεώρηση – Ιανουάριος 2016

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) το 2006.

Η 1^η Αναθεωρημένη Έκδοση της παρούσας ΠΕΤΕΠ πραγματοποιήθηκε από τη Δ/ση Οδικών Υποδομών της Γενικής Δ/σης Συγκοινωνιακών Υποδομών της Γενικής Γραμματείας Υποδομών.

Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων

Περιγραφή	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 ^{ης} ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ
Δεύτερη έκδοση	01/2016	Πρώτη Αναθεώρηση, όπως πραγματοποιήθηκε από τη Δ/ση Οδικών Υποδομών/ ΓΓΥ/ Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ.

Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες παύουν να ισχύουν.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	Αντικείμενο εργασιών	1
2.	Κριτήρια αποδοχής ενσωματούμενων υλικών	2
2.1.	Χαρακτηριστικά υλικών ενεμάτων	2
2.2.	Σύνθεση	3
2.3.	Δειγματοληψία - Δοκιμές τσιμεντενέματος	3
3.	Μέθοδος εκτέλεσης της εργασίας	4
3.1.	Εξοπλισμός	4
3.2.	Τσιμεντενέσεις πλήρωσης	5
3.3.	Τσιμεντενέσεις επαφής	5
3.4.	Τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης	6
3.5.	Τσιμεντενέσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία	8
4.	Κριτήρια αποδοχής τελειωμένης εργασίας	9
5.	Όροι και απαιτήσεις Υγιεινής - Ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος.....	10
5.1.	Πιθανοί κίνδυνοι κατά την εκτέλεση των εργασιών τσιμεντενέσεων της σήραγγας	10
5.2.	Μέτρα υγιεινής και ασφάλειας	10
6.	Τρόπος επιμέτρησης της εργασίας	12
6.1.	Γενικοί όροι	12
6.2.	Τσιμεντενέσεις πλήρωσης	12
6.3.	Τσιμεντενέσεις επαφής	12
6.4.	Τσιμεντενέσεις σταθεροποίησης	13
6.5.	Τσιμεντενέσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία	13
6.6.	Συνδέσεις οπών	13
6.7.	Προμήθεια και ενσωμάτωση τσιμέντου για τσιμεντενέσεις	13
6.8.	Προμήθεια και ενσωμάτωση άμμου για τσιμεντενέσεις	14
6.9.	Προμήθεια, ενσωμάτωση και ενεργοποίηση μπεντονίτη για τσιμεντενέσεις	14
6.10.	Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικού νάτριου για τσιμεντενέσεις	14
6.11.	Προμήθεια και ενσωμάτωση ιπτάμενης τέφρας για τσιμεντενέσεις	14
6.12.	Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικής παιπάλης για τσιμεντενέσεις	14

Τσιμεντενέσεις

ΠΕΤΕΠ

12-07-02-00

1. Αντικείμενο εργασιών

Η παρούσα αφορά στο σύνολο των διατάξεων σχετικά με την εκτέλεση τσιμεντενέσεων σε υπόγεια έργα, σύμφωνα με τη Μελέτη και τις επί τόπου συνθήκες του γαιούλικού. Οι τσιμεντενέσεις εκτελούνται σύμφωνα με τις οδηγίες της Υπηρεσίας, και 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
- μείωσης και ελέγχου καθιζήσεων εντός αποδεκτών ορίων
- ελέγχου των υπογείων νερών
- άλλου τύπου έλεγχος
- σταθεροποίησης με εκτέλεση πλήρωσης οπών ή ρωγμών με ένεμα, χωρίς ή με την εφαρμογή πολύ μικρής πίεσης.

Στις εργασίες εκτέλεσης τσιμεντενέσεων σε υπόγεια έργα, όπως προδιαγράφεται στις ΠΕΤΕΠ και στη Μελέτη περιλαμβάνονται:

- η διάθεση κατάλληλου εξοπλισμού και εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού
- η προμήθεια τσιμέντου, νερού, άμμου, πρόσμικτων, πρόσθετων, σωλήνων εξαερισμού, κάθε απαιτούμενου υλικού, μικροϋλικού και εξαρτημάτων και προσκόμιση αυτών επί τόπου του έργου
- οι εργασίες παραγωγής ενέματος, καθαρισμού, έκπλυσης και πλήρωσης οπών/ρωγμών/κενών βραχομάζας ή σκυροδέματος (σε οποιαδήποτε θέση), σταθεροποίησης ρωγμών, πίεσης ενεμάτων κλπ.
- οι εργασίες, ο εξοπλισμός και τα υλικά για κάθε είδους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές

Σημειώνεται ότι:

- η επίσημη ονομασία στην Ελληνική των Ευρωπαϊκών Προτύπων (EN), που αναφέρονται στην παρούσα, παρέχεται στην Επίσημη Εφημερίδα της ΕΕ αρ. C 378/6/13-11-2015, μέσω του «http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AJOC_2015_378_R_0003»
- τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα είναι κείμενα αναφοράς που παρέχουν κανόνες, κατευθυντήριες οδηγίες ή χαρακτηριστικά για τις δραστηριότητες ή τα αποτελέσματα αυτών, οι οποίες είναι κοινής και επαναλαμβανόμενης χρήσης
- επειδή, συχνά εκδίδονται νεώτερα EN, αυτά θα υπερισχύουν των αναφερομένων EN στην παρούσα, με την προϋπόθεση ότι δεν αλλοιώνονται οι απαιτήσεις της παρούσας, αλλιώς:
 - α. στα συμβατικά τεύχη έργου προς διακήρυξη θα δηλώνεται ο τρόπος κατάλληλης αναπροσαρμογής των απαιτήσεων της παρούσας

- β. σε έργα που βρίσκονται σε εξέλιξη θα εφαρμόζονται τα τυχόν υπερισχύοντα νεώτερα EN, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις που μπορεί να επέρχονται και επηρεάζουν την ποιότητα και το οικονομικό αντικείμενο του έργου

2. Κριτήρια αποδοχής ενσωματούμενων υλικών

2.1. Χαρακτηριστικά υλικών ενεμάτων

Νερό

Το χρησιμοποιούμενο νερό στα ενέματα θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ EN 345-2, και ειδικότερα θα είναι καθαρό και απαλλαγμένο από:

- οξέα, αλκάλια και απαράδεκτες ποσότητες αλάτων, ιλύος, οργανικών και άλλων υλών
- υλικά που επιδρούν αρνητικά στην αποτελεσματικότητα των εργασιών τσιμεντενέσεων ή στη συμπεριφορά του ενέματος

Εργαστηριακός έλεγχος για την καταλληλότητα του νερού θα εκτελείται με δαπάνη του Αναδόχου, εφόσον ζητηθεί από την Υπηρεσία.

Τσιμέντο

Το χρησιμοποιούμενο στα ενέματα τσιμέντο θα συμμορφώνεται με τα πρότυπα:

- ΕΛΟΤ EN 197-1
- ΕΛΟΤ EN 197-2, εκτός αν άλλως καθορίζεται στη μελέτη.

Για την επιλογή του τύπου του τσιμέντου εξετάζονται:

- η διαβρωτικότητα του περιβάλλοντος, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1
- η διαπερατότητα του γαιούλικού
- η τεχνική διάρκεια ζωής του ενέματος

Στην περίπτωση που απαιτείται τσιμέντο ανθεκτικό σε θειικά, αυτό θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ EN 197-1. Συνιστάται η χρήση τσιμέντου τύπου CEMIV-SR σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 197-1. Η χρήση τσιμέντου χύμα 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 διατηρείται αποθηκευμένη επαρκής ποσότητα τσιμέντου, ώστε να μην προκαλείται καθυστέρηση στις εργασίες τσιμεντενέσεων από έλλειψη υλικών.

Άμμος

Η άμμος θα ανταποκρίνεται στις σχετικές απαιτήσεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος με τις εξής προσθήκες και τροποποιήσεις:

- α. Η μέγιστη διάσταση και το σχήμα των κόκκων της άμμου πρέπει να αποτρέπει την πιθανότητα έμφραξης των σωληνώσεων παροχής κατά την άντληση ενέματος, στη χαμηλότερη προβλεπόμενη πίεση και για ένεμα με το χαμηλότερο λόγο «νερού/τσιμέντου». Η διαβάθμιση της άμμου θα προδιαγραφεται στη Μελέτη.
- β. Η άμμος θα έχει συντελεστή λεπτότητας της έγκρισης της Υπηρεσίας.
- γ. Το μέγιστο ποσοστό των κόκκων της άμμου που διέρχεται από το κόσκινο 0,25 mm δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 24% του ξηρού βάρους της άμμου

Πρόσθετα

Τα πρόσθετα, θα συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ EN 934-4.

Πρόσμικτα

Η ιππάμενη τέφρα θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ EN 450-1

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

Ειδικότερα:

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

- Χημικός Τύπος: Na_2SiO_3
- Μορφή: Παχύρρευστο υγρό
- Λόγος $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$: >3
- ΡΗ: 12
- Πυκνότητα σε βαθμούς Baume: 39

Ο μπεντονίτης για χρήση στα ενέματα τσιμεντενέσεων θα συνοδεύεται από Πιστοποιητικό Δοκιμών, που εκτελέστηκαν από διαπιστευμένο Εργαστήριο. Το Πιστοποιητικό που θα υποβάλλεται στην Υπηρεσία για έγκριση, θα αναφέρει τον τύπο, την περιεκτικότητα σε φυσική υγρασία και το όριο υδαρότητας του μπεντονίτη. Το όριο υδαρότητας του μπεντονίτη θα είναι μεγαλύτερο από 350% για ένα μέσο όρο τριών δοκιμών.

2.2. Σύνθεση

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

Εφόσον στη σύνθεση του ενέματος προβλέπεται μπεντονίτης, η αναλογία νερού - μπεντονίτη στο ένεμα είναι 50:1 κατά βάρος, εκτός αν άλλως ορίζεται στη Μελέτη. Η ενεργοποίηση του μπεντονίτη 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 ώρες πριν από τη χρήση του, σύμφωνα και με τις εντολές της Υπηρεσίας.

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

2.3. Δειγματοληψία - Δοκιμές τσιμεντενέματος

Όπου απαιτείται έλεγχος της θλιπτικής αντοχής του σκληρυμένου τσιμεντενέματος, αυτή θα γίνεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 413-1. Η απαίτηση ελάχιστης αντοχής καθορίζεται στη Μελέτη, όπως και ο ρυθμός λήψης των δοκιμών. Αν δεν ορίζεται διαφορετικά, οι έλεγχοι εκτελούνται σε 3 δοκίμια, για κάθε

ηλικία του τσιμεντενέματος, ενώ η ελάχιστη τιμή αντοχής δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από την απαιτούμενη. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης, οι ενέργειες θα αποφασίζονται από την Υπηρεσία

Η εργασιμότητα ελέγχεται με δοκιμή κάθισης, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 413-1. Η μετρούμενη τιμή θα έχει απόκλιση το πολύ 25 mm από την απαιτούμενη τιμή. Εναλλακτικά, είναι δυνατή η μέτρηση σε τράπεζα εξάπλωσης, σύμφωνα με το ASTM C230 «Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cements», ενώ η μετρούμενη τιμή έχει απόκλιση το πολύ 10% από την απαιτούμενη τιμή.

Η εξίδρωση ελέγχεται ότι είναι μικρότερη από 1% μέχρι την αρχική πήξη του τσιμεντενέματος, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 480-4.

Ο χρόνος πήξης ελέγχεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 413-1, ενώ οι σχετικές απαιτήσεις καθορίζονται από τη Μελέτη.

3. Μέθοδος εκτέλεσης της εργασίας

3.1. Εξοπλισμός

Ο εξοπλισμός για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων θα είναι καταλλήλου τύπου, δυναμικότητας και μηχανικής κατάστασης. Η ισχύς του εξοπλισμού και η διάταξή του θα ικανοποιεί όλες τις ισχύουσες απαιτήσεις, κανονισμούς και κώδικες, τόσο για την ασφάλεια, όσο και για τις γενικές απαιτήσεις. Ο εξοπλισμός τσιμεντενέσεων θα συντηρείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή και θα είναι ικανός για συνεχή και αποτελεσματική λειτουργία κατά τη διάρκεια κάθε εργασίας τσιμεντένεσης.

Οι συσκευές ανάμιξης και έγχυσης του ενέματος θα είναι τύπου αποδεκτού από την Υπηρεσία, με ικανότητα αποτελεσματικής ανάμιξης και ανάδευσης του ενέματος και εισπίεσης εντός των οπών ή των συνδέσεων παροχέτευσης ενέματος, με συνεχή ροή σε οποιαδήποτε προδιαγραφόμενη πίεση που θα εγκρίνει η Υπηρεσία.

Οι αναμικτήρες θα είναι μηχανικής λειτουργίας και εξοπλισμένοι με μετρητή όγκου, ακριβείας αναγνώσεων σε δέκατα του κυβικού μέτρου, για τον έλεγχο του νερού ανάμιξης, που χρησιμοποιείται στο ένεμα. Πέραν του αναμικτήρα, θα διατίθενται και δεξαμενές μηχανικής ανάδευσης. Ο ελάχιστος χρόνος ανάδευσης θα καθορίζεται με επιτόπου δοκιμές με τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και τα υλικά. Η διαμόρφωση του αναμικτήρα θα αποτρέπει την εμφάνιση «νεκρών ζωνών» 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 αυτό το σκοπό, 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. Η χρήση αυτοκινούμενων μπετονιέρων για την ανάμιξη του τσιμεντενέματος δεν επιτρέπεται.

Όλα τα ενέματα εγχύονται με ειδική εμβολοφόρο αντλία, διπλής ενέργειας, ή άλλου τύπου αντλητικού εξοπλισμού, που θα εγκρίνεται από την Υπηρεσία.

Η ελάχιστη δυναμικότητα του συγκροτήματος τσιμεντενέσεων καθορίζεται από την Υπηρεσία, και οπωσδήποτε δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη των 150 L/min ενέματος, σε συνεχή ροή, με πίεση 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 αγωγό 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 αποδεκτό υλικό. Η αρχική πλήρωση των σωληνώσεων μόνο με νερό δεν επιτρέπεται χωρίς την έγκριση της Υπηρεσίας. Ο Ανάδοχος συντάσσει έκθεση περιγραφής των λεπτομερειών τοποθέτησης του εξοπλισμού ανάμιξης, μεταφοράς και εισπίεσης στη σήραγγα, που θα εγκρίνεται από την Υπηρεσία, τουλάχιστον ένα μήνα πριν από την προβλεπόμενη στο χρονοδιάγραμμα έναρξη των εργασιών τσιμεντενέσεων. Ο εξοπλισμός ανάμιξης θα βρίσκεται συνεχώς σε απόσταση το πολύ 50 m από την οπή, όπου εκτελείται η τσιμεντένεση.

3.2. Τσιμεντενέσεις πλήρωσης

Τσιμεντενέσεις πλήρωσης θεωρούνται εκείνες που εκτελούνται για την πλήρωση των κενών ή ανοικτών διακλάσεων της περιβάλλουσας το υπόγειο έργο βραχομάζας, κατά τη διάρκεια των εργασιών διάνοιξης ή μεταγενέστερα, με τη χρήση ενέματος δια βαρύτητας ή υπό χαμηλή πίεση, που δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 250 kPa.

Κατά την εκτέλεση τσιμεντενέσεων πλήρωσης, θα εξασφαλίζεται η πλήρωση με ένεμα όλων των κενών και ανοικτών διακλάσεων της βραχομάζας.

Για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων πλήρωσης σε κοιλότητες υπερεκκαφών των υπογείων έργων, που δεν είναι εύκολο να πληρωθούν με σκυρόδεμα, θα τοποθετούνται πριν από τη σκυροδέτηση σωλήνες εξαερισμού και τσιμεντένεσης, σύμφωνα με την έγκριση της Υπηρεσίας.

Έκπλυση των οπών ή δοκιμή εισπίεσης πριν από την τσιμεντένεση δεν απαιτείται.

Για τις τσιμεντενέσεις πλήρωσης μπορεί να κριθεί αναγκαία η χρήση μίγματος τσιμεντοκονιάματος, με αρχική αναλογία «τσιμέντο/άμμος» που θα εγκρίνει η Υπηρεσία. Το πυκνότερο προβλεπόμενο μίγμα τσιμεντοκονιάματος, για τις τσιμεντενέσεις πλήρωσης, θα είναι μίγμα με αναλογία «νερό/τσιμέντο/άμμος» = 1:1:1 κατά βάρος. Η τσιμεντένεση οποιασδήποτε οπής θα ολοκληρώνεται όταν θα έχουν πληρωθεί όλα τα κενά στη μέγιστη δυνατή έκταση. Για αυτό το σκοπό οι παρακείμενες οπές, στις οποίες δεν έχουν εκτελεστεί τσιμεντενέσεις, παραμένουν ανοικτές όσο διαρκεί η εκτέλεση των τσιμεντενέσεων, για την παρακολούθηση της απόστασης όδευσης του ενέματος από το σημείο εισπίεσης.

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

3.3. Τσιμεντενέσεις επαφής

Τσιμεντενέσεις επαφής θεωρούνται οι τσιμεντενέσεις που εκτελούνται για την πλήρωση των κενών μεταξύ της περιβάλλουσας βραχομάζας, του εκτοξευμένου σκυροδέματος, ή της στεγανωτικής μεμβράνης και των επενδύσεων από σκυρόδεμα των υπογείων έργων με τη χρήση ενέματος υπό πίεση, που δεν υπερβαίνει τα 100 kPa, ή άλλη τιμή πίεσης που θα εγκρίνει η Υπηρεσία.

Κατά την εκτέλεση τσιμεντενέσεων επαφής, θα εξασφαλίζεται η πλήρωση με ένεμα όλων των κενών και ανοικτών διακλάσεων της βραχομάζας μεταξύ των επενδύσεων από σκυρόδεμα και της εσωτερικής επιφάνειας (βραχομάζα ή εκτοξευμένο σκυρόδεμα ή στεγανωτική μεμβράνη), τα οποία τυχόν παρέμειναν απλήρωτα κατά τις σκυροδετήσεις.

Για την εκτέλεση τσιμεντενέσεων σε κοιλότητες υπερεκκαφών των υπογείων έργων, που δεν είναι εύκολο να πληρωθούν με σκυρόδεμα, θα τοποθετούνται πριν από την σκυροδέτηση σωλήνες εξαερισμού

και τσιμεντένεσης μέσα στην επένδυση από σκυρόδεμα, όπως δείχνεται στα σχέδια ή στις θέσεις που θα εγκρίνει η Υπηρεσία.

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

Έκπλυση των οπών ή δοκιμή εισπίεσης πριν από την τσιμεντένεση δεν απαιτείται.

Η έναρξη των τσιμεντένεσεων επαφής θα υλοποιείται τουλάχιστον δέκα τέσσερις ημέρες μετά τη σκυροδέτηση της επένδυσης.

Για τις τσιμεντένεσεις επαφής, μπορεί να κριθεί αναγκαίο η χρήση μίγματος τσιμεντοκονιάματος με αρχική αναλογία τσιμέντου-άμμου, που θα εγκρίνει η Υπηρεσία. Το πυκνότερο προβλεπόμενο μίγμα τσιμεντοκονιάματος, για τις τσιμεντένεσεις επαφής, θα είναι μίγμα με αναλογία «νερό/τσιμέντο/άμμος» = 1:1:1 κατά βάρος. Η τσιμεντένεση οποιασδήποτε οπής θα ολοκληρώνεται όταν θα έχουν πληρωθεί όλα τα κενά στη μέγιστη δυνατή έκταση. Για αυτό το σκοπό οι παρακείμενες οπές, στις οποίες δεν έχουν εκτελεστεί τσιμεντένεσεις, παραμένουν ανοικτές όσο διαρκεί η εκτέλεση των τσιμεντένεσεων, για την παρακολούθηση της απόστασης όδευσης του ενέματος από το σημείο εισπίεσης.

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

Μετά από την έγκριση της Υπηρεσίας, οποιαδήποτε οπή τσιμεντένεσεων επαφής μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταγενέστερα και για την εκτέλεση τσιμεντένεσης σταθεροποίησης, οπότε αυτή καθαρίζεται από το τσιμεντένεμα σε όλο το πάχος της επένδυσης από σκυρόδεμα, προτού επέλθει η τελική πήξη του ενέματος.

3.4. Τσιμεντένεσεις σταθεροποίησης

Τσιμεντένεσεις 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 κλπ., όπως περιγράφεται εδώ ή που θα καθοριστούν από την Υπηρεσία. Το ίδιο θεωρούνται και οι εκτελούμενες υπό μηδενική ή πολύ μικρή πίεση για την πλήρωση με ένεμα ανοικτών ρωγμών της βραχομάζας, εφόσον εγκρίνονται από την Υπηρεσία.

Οι τσιμεντένεσεις σταθεροποίησης εκτελούνται σύμφωνα με τις ακόλουθες διαδικασίες, εκτός αν αλλιώς αποφασίζει η Υπηρεσία.

- α. Η ελάχιστη διάμετρος οπών θα είναι 46 mm.
- β. Η τσιμεντένεση κάθε οπής 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 καθορίζεται από την Υπηρεσία, ανάλογα με την κλιμάκωση των επιθυμητών πιέσεων.
- γ. Μετά τη διάτρηση και τον καθαρισμό του πρώτου βήματος της οπής, το στεγανωτικό παρέμβυσμα εφαρμόζεται στην κορυφή του βήματος και η τσιμεντένεση εκτελείται με την καθορισμένη από την Υπηρεσία πίεση για αυτό το βήμα.
- δ. Μετά το πέρας της τσιμεντένεσης, το στεγανωτικό παρέμβυσμα αφήνεται στη θέση του, μέχρις ότου το ένεμα αποκτήσει την αρχική του πήξη.
- ε. Κατόπιν ανασύρεται το στεγανωτικό παρέμβυσμα και γίνεται διάτρηση της οπής έως το βάθος του επόμενου βήματος, οπότε και εκτελείται τσιμεντένεση με την καθορισμένη πίεση για το βήμα αυτό (κατά κανόνα μεγαλύτερη αυτής του προηγούμενου βήματος).

στ. Η διαδικασία τσιμεντένεσης των οπών κατά βήματα, με αντιστοίχως προδιαγραφόμενες πιέσεις, επαναλαμβάνεται μέχρι ότου ολοκληρωθεί η τσιμεντένεση της οπής.

Η ποσότητα του ενέματος, που θα απαιτηθεί, καθορίζεται ανάλογα με τις συναντώμενες συνθήκες κατά τη διάτρηση των οπών.

Συναντώμενες ρωγμές, λεπτές ενδιαστρώσεις ή τεκτονικά ρήγματα, που μπορεί να περιέχουν αργιλική πλήρωση ή άλλα εκπλύσιμα υλικά, 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 αποβάλλονται από μία ή περισσότερες οπές με την εισπίεση νερού σε μία παρακείμενη οπή. Όλες οι οπές για τσιμεντένεση υποβάλλονται σε πλήρη δοκιμασία, με καθαρό νερό υπό συνεχή πίεση μέχρι το απαιτούμενο μέγεθος, και με εκτέλεση σε βήματα, ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματικός καθαρισμός διατεμνομένων ρωγμών και λεπτών ενδιαστρώσεων, να προσδιορισθεί ο ρυθμός εισδοχής ύδατος και η έκταση διαρροών.

Όλες οι σχετικά στεγανές οπές, θα εκπλύνονται με αυτή την πίεση, για όση διάρκεια παρατηρείται αύξηση του ρυθμού εισδοχής νερού. Ανοικτές οπές, στις οποίες μπορεί η έκπλυση να επιτευχθεί με μικρή ή καθόλου πίεση αυτή θα διαρκεί για πέντε λεπτά ή για όσο χρόνο παρατηρείται αποβολή υλικού πλήρωσης ρωγμών, όπως καθορίζεται από τη διαφυγή θολού λασπώδους ύδατος, δια μέσου επιφανειακών ανοιγμάτων ή άλλων οπών.

Γενικά η εργασία τσιμεντένεσης σταθεροποίησης αρχίζει με μίγμα σε αναλογία «τσιμέντου/νερού» = 1:2, κατά βάρος.

Εάν συναντηθούν ανοικτές ρωγμές όπου η διατηρηθεί καθορισμένης πίεσης δεν είναι δυνατή τότε, η αναλογία «νερού/τσιμέντου» θα μειώνεται σταδιακά, ή και θα χρησιμοποιείται 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. Σε αυτή την περίπτωση, η οπή καθαρίζεται, αφού το ένεμα πάρει την αρχική του πήξη και εκτελείται εκ νέου τσιμεντένεση της οπής.

Εάν, κατά τη διάρκεια της τσιμεντένεσης οποιασδήποτε οπής, εμφανισθεί διαρροή ενέματος από παρακείμενες οπές τσιμεντένεσης, 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 φράζονται προσωρινά. Η πίεση του ενέματος, που διαρρέει από οποιαδήποτε παρακείμενη οπή, μετράται με την τοποθέτηση στεγανωτικού παρεμβύσματος στην οπή, ενώ οι πιέσεις διατηρούνται κάτω από τις επιτρεπόμενες, για το συγκεκριμένο στάδιο αυτής της οπής. Εάν το φράξιμο δεν είναι απαραίτητο, οι οπές στις οποίες δεν έχουν εκτελεσθεί ακόμα τσιμεντένεσεις, 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 συνδέεται με παρακείμενες φραγμένες οπές και με άλλες οπές, από τις οποίες παρατηρήθηκε εκροή ενέματος και η τσιμεντένεση όλων των οπών θα ολοκληρωθεί συγχρόνως, σύμφωνα με τις προδιαγραμμένες για τσιμεντένεση πιέσεις, ή θα πλυθούν με νερό, πριν το ένεμα πήξει ή θα επαναδιατρηθούν και θα τσιμεντενεθούν αργότερα, σύμφωνα με τις εντολές της Υπηρεσίας.

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

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

Η καθορισμένη πίεση τσιμεντένεσης για κάθε στάδιο διατηρείται σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της τσιμεντένεσης. Για προστασία, από τυχόν μετακινήσεις βράχου ή σκυροδέματος ή κατά τη διάρκεια έμφραξης των διαρροών ενέματος, μπορεί να επιβάλλεται από την Υπηρεσία η μείωση της πίεσης

άντλησης, ή διακοπτόμενη άντληση, ή διακοπή της άντλησης. Μετά το τέλος της τσιμεντένεσης των οπών, ή άλλων θέσεων τσιμεντένεσης, οι πιέσεις 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 τσιμεντένεση.

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

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

Ο Ανάδοχος θα λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να αποτρέπονται ζημιές σε παρακείμενες κατασκευές ή/και διογκώσεις, από την αύξηση της πίεσης εντός του γαιουλικού εξαιτίας των τσιμεντένεσεων. Όπου αναμένεται η επιβολή σημαντικών πιέσεων εντός του γαιουλικού, 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 τσιμεντένεσεων κατ' ελάχιστον περιλαμβάνει:

- α. υπολογισμούς που αποδεικνύουν την ικανότητα του ενέματος να εισχωρήσει στο γαιουλικό
- β. κριτήρια μέτρησης της επάρκειας της βελτίωσης του γαιουλικού
- γ. λεπτομέρειες της περιοχής προς τσιμεντένεση σε σχέση με τις παρακείμενες κατασκευές
- δ. κάρναβος οπών τσιμεντένεσεων

Ο Ανάδοχος υποβάλλει μεθοδολογία εκτέλεσης της εργασίας, που περιλαμβάνει λεπτομέρειες εξοπλισμού παραγωγής, αποθήκευσης υλικών, σύνθεσης ενεμάτων, διαδικασίες ελέγχου και προγράμματος ελέγχου ποιότητας, καταγραφών πιέσεων εισπίεσης και απορρόφησης ενέματος, ΣΑΥ & ΦΑΥ για όλες τις σχετικές εργασίες, διαδικασίες εκσκαφής στο τσιμεντενεμένο έδαφος, εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών και των εργασιών και εκτίμησης της επικινδυνότητας, συμπεριλαμβανομένων μεθόδων μείωσης των κινδύνων.

Ο Ανάδοχος καταγράφει όλες τις λεπτομέρειες των τσιμεντένεσεων, συμπεριλαμβανομένων της διεύθυνσης και μήκους των οπών, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, την τοποθεσία και το χρονισμό, τα υλικά και τις ποσότητες ενεμάτων, τις πιέσεις εισπίεσης κλπ. Αντίγραφο αυτών των στοιχείων παραδίδεται καθημερινά στον επιβλέποντα.

3.5. Τσιμεντένεσεις δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία

Οι τσιμεντένεσεις πλήρωσης του δακτυλίου σε σήραγγες, που διανοίγονται με TBM και επενδύονται με 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 τσιμεντένεσεις γεμίζουν τα κενά μεταξύ της εκσκαφής και της μόνιμης επένδυσης. Οι τσιμεντένεσεις εκτελούνται:

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

Ο Ανάδοχος υποβάλλει μεθοδολογία εκτέλεσης της εργασίας, που περιλαμβάνει λεπτομέρειες εξοπλισμού παραγωγής, αποθήκευσης υλικών, σύνθεσης ενεμάτων, διαδικασίες ελέγχου και προγράμματος ελέγχου ποιότητας, καταγραφών πιέσεων εισπίεσης και απορρόφησης ενέματος, εκσκαφής στο τσιμεντενεμένο

έδαφος, εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών και των εργασιών και εκτίμησης της επικινδυνότητας συμπεριλαμβανομένων μεθόδων μείωσης των κινδύνων.

Η πίεση εισπίεσης του ενέματος δεν επιτρέπεται να είναι μεγαλύτερη από μία ατμόσφαιρα της υδροστατικής πίεσης στην θέση εκτέλεσης της τσιμεντένεσης, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά στη Μελέτη.

Το ένεμα εισπίζεται έγκαιρα προκειμένου να ελαχιστοποιούνται οι εδαφικές μετακινήσεις.

Η τσιμεντένεση γίνεται από τον πυθμένα της μόνιμης επένδυσης προς το θόλο, έτσι ώστε να απομακρύνονται σταδιακά ο εγκλωβισμένος αέρας και νερό από τα κενά. Στις οπές τσιμεντένεσης τοποθετούνται βαλβίδες, για να επιτρέπεται η πήξη του ενέματος υπό πίεση, μόλις αποσυνδεθεί ο σωλήνας της τσιμεντένεσης. Μετά την πήξη του ενέματος, οι οπές τσιμεντένεσης ασφαλιζονται μόνιμα.

Ο Ανάδοχος θα λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να αποτρέπεται οποιαδήποτε υπερπίεση ή διόγκωση στο γαιούλικο, 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 γίνεται σε επιλεγμένες θέσεις, δια μέσου των οπών τσιμεντένεσης. Θα γίνεται διάτρηση δια μέσου του υφιστάμενου ενέματος. Δευτερεύουσα εισπίεση ενέματος γίνεται εντός 14 ημερών από την αρχική ενεμάτωση ή όταν το μέτωπο εκσκαφής έχει απομακρυνθεί 50 m από τις θέσεις της αρχικής ενεμάτωσης. Η πίεση της δευτερεύουσας ενεμάτωσης θα διασφαλίζει την πλήρωση με ένεμα όλων των κενών που έχουν εναπομείνει.

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

4. Κριτήρια αποδοχής τελειωμένης εργασίας

- 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 γίνεται έλεγχος από την Υπηρεσία για να διαπιστωθεί εάν η κατασκευή έγινε σύμφωνα με την παρούσα. Για τις ανάγκες του ελέγχου συντάσσεται από την Υπηρεσία Κατάλογος Ελέγχου Εργασιών, που περιλαμβάνει:

- α. τις επί μέρους εργασίες, που απαιτούνται για την έντεχνη και αποτελεσματική κατασκευή των τσιμεντένεσεων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παρούσας
- β. αναγραφή συμμόρφωσης ή μη, με τις απαιτήσεις της παρούσας, για κάθε επί μέρους εργασία
- γ. παρατηρήσεις για διορθωτικές δράσεις

Ο κατάλογος συμπληρώνεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής των τσιμεντένεσεων, ενώ σε περίπτωση μη τελικής συμμόρφωσης, η εργασία απορρίπτεται και επαναλαμβάνεται. Ο Κατάλογος Ελέγχου Εργασιών μπορεί να αφορά σε ομάδα εργασιών ή τμήματα ελέγχου κατά την κρίση της Υπηρεσίας.

5. Όροι και απαιτήσεις υγιεινής - ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος

5.1. Πιθανοί κίνδυνοι κατά την εκτέλεση των εργασιών τσιμεντενέσεων της σήραγγας

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

- Καταρρεύσεις μετώπου ή θόλου σήραγγας
- Εργασία με παρουσία σκόνης, καπνού και επιβλαβών αερίων και υπό συνθήκες θορύβου αυξανόμενου με την ανάκλαση στις παρειές της σήραγγας
- Διόγκωση γαιούλικού, αύξηση της εσωτερικής πίεσης του και βλάβες σε παρακείμενες κατασκευές
- Επέκταση των σωληνώσεων εισκόμισης τσιμεντενέματος και μετακινήσεις του εξοπλισμού σε συνθήκες περιορισμένου χώρου
- Εργασία σε χώρο περιορισμένο, παρουσία εμποδίων και με την υποχρέωση εξασφάλισης ασφαλών συνθηκών διακίνησης στη σήραγγα κατά την διάρκεια κατασκευής. Διακίνηση στη σήραγγα κατά τη διάρκεια κατασκευής – διάδρομοι πεζών. Δεδομένου ότι οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι οφείλονται σε δυσμενείς συνθήκες ή σε εμπόδια στους διαδρόμους κίνησης πεζών, χρειάζεται να 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 επιβλαβών ουσιών, όπως ο μπεντονίτης, που σε ξηρή κατάσταση δημιουργεί αναπνεύσιμη σκόνη, ενώ σε υγρή κατάσταση δημιουργεί ολισθηρές επιφάνειες
- Τα διάφορα πρόσμικτα, που πιθανόν να είναι επιβλαβή
- Εργασία σε ύψος

5.2. Μέτρα υγιεινής και ασφάλειας

Απαιτείται η συμμόρφωση προς τις ισχύουσες διατάξεις σχετικές με την ασφάλεια και υγιεινή των εργαζομένων σε υπόγεια τεχνικά έργα, όπως είναι:

- ΠΔ 1073/16-09-81 «Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών εις εργοτάξια οικοδομικών και πάσης φύσεως έργων αρμοδιότητας Πολιτικού Μηχανικού»
- Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931B/31-12-84)
- Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/Φ114080/732/96 «Ενσωμάτωση των διατάξεων της οδηγίας 92/104/ΕΟΚ, -περί των ελάχιστων προδιαγραφών για τη 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)
- ΠΔ 252/89, «περί υγιεινής και ασφαλείας στα υπόγεια τεχνικά έργα» (ΦΕΚ 106B/02-05-89)
- ΕΛΟΤ HD 384-E2
- ΠΔ 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 212A/29-08-96),

σε συνδυασμό με την υπ' αριθμ. 130159/07-05-97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/19-05-97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με το εν λόγω ΠΔ

- ΠΔ 396/94 (ΦΕΚ:221/Α/94) «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ»
- ΠΔ 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.
- ΠΔ 397/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας κατά τη χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για τη ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων» σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ.

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

- Προστατευτική ενδυμασία: ΕΛΟΤ EN 863
- Προστασία χεριών και βραχιόνων: ΕΛΟΤ EN 388+E2
- Προστασία κεφαλιού: ΕΛΟΤ EN 397+A1
- Προστασία ποδιών: ΕΛΟΤ EN ISO 20345+E2
- Προστασία της αναπνοής: ΕΛΟΤ EN 136 E2, ΕΛΟΤ EN 140 E2, ΕΛΟΤ EN 143/A1, ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC, ΕΛΟΤ EN 405.

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

Για τη διαρρύθμιση των μηχανών και των λοιπών εγκαταστάσεων, στην περίπτωση που πιθανολογείται η παρουσία εκρήξιμης ατμόσφαιρας, 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 ΠΔ 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 εκρήξιμες 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 με τα Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών (Κατάλογος ΕΛΟΤ, όπως κάθε φορά ισχύει).

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

- ΠΔ 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93) «Για την προστασία των εργαζομένων από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες και τροποποίηση και συμπλήρωση του ΠΔ 307/86 (135/Α)» σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 88/642/ΕΟΚ
- ΠΔ 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 ΠΔ 127/2000 (ΦΕΚ 111/Α/2000) και ΠΔ 43/2003 (ΦΕΚ 44/Α/21-02-2003)

- ΠΔ 90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/99) «Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανωτάτων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους» σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής και τροποποίηση και συμπλήρωση του ΠΔ 307/86 (135/Α) όπως τροποποιήθηκε με το ΠΔ 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93)
- ΠΔ 338/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) «Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες»
- ΠΔ 339/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) Τροποποίηση του ΠΔ 307/86 (135/Α) «Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους»

6. Τρόπος επιμέτρησης της εργασίας

6.1. Γενικοί όροι

Στη τιμή μονάδας συμπεριλαμβάνονται ανηγμένα τα έξοδα φορτοεκφόρτωσης, μεταφοράς και αποθήκευσης των υλικών τσιμεντενέσεων, η διάθεση του απαραίτητου για την εκτέλεση των τσιμεντενέσεων εξοπλισμού, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 3.1, η δαπάνη για τυχόν πρόσμικτα, πλέον των όσων ρητώς αποζημιώνονται ιδιαίτεως, οι εργασίες ανάμιξης του ενέματος, εφαρμογής της τσιμεντένεσης, καλαφατίσματος και σφράγισης των ρωγμών από τις οποίες διαρρέει ένεμα, αφαίρεσης των σωλήνων των στομιών από τις οπές τσιμεντενέσεων, σύνδεσης, ελέγχου και τυχόν απόρριψης ακάθартου νερού και άχρηστου ενέματος, καθαρισμού του σκυροδέματος, η διάθεση του σχετικού εργατικού δυναμικού και εφοδίων, καθώς και οι έλεγχοι, μετρήσεις, όπως ορίζεται στις ΕΛΟΤ ΤΠ-ΕΤΕΠ.

Το τσιμέντο, η άμμος, ο μπεντονίτης, το πυριτικό νάτριο, η ιπτάμενη τέφρα και η πυριτική παιπάλη, που χρησιμοποιήθηκαν σε τσιμεντενέσεις, οι οποίες έγιναν αποδεκτές από την Επιβλεψη θα πληρωθούν ιδιαίτεως. Ουδεμία πληρωμή γίνεται για άλλα πρόσμικτα, τα οποία τυχόν θα χρησιμοποιηθούν από τον Ανάδοχο για διευκόλυνσή του, η δαπάνη των οποίων θεωρείται ως ανηγμένη στην τιμή μονάδας του τσιμεντενέματος.

Ουδεμία επιμέτρηση γίνεται για ένεμα, ή για τα συστατικά υλικά του, που χάθηκαν λόγω ακατάλληλης πάκτωσης των σωλήνων τσιμεντενέσεων ή συνδέσεων, ή απορρίφθηκαν λόγω ανεπαρκούς και ακατάλληλης ανάμιξης, ή 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 Τεχνικές Προδιαγραφές χρόνο.

6.2. Τσιμεντενέσεις πλήρωσης

Η επιμέτρηση της τσιμεντένεσης πλήρωσης κενών ή ανοικτών διακλάσεων της βραχομάζας στις υπόγειες εκκαφές γίνεται σε κυβικά μέτρα ενέματος, που πραγματικά εισπιάσθηκε στις οπές και τις ρωγμές του βράχου, σύμφωνα με εντολή της Υπηρεσίας.

6.3. Τσιμεντενέσεις επαφής

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

6.4. Τσιμεντένεσες σταθεροποίησης

Η επιμέτρηση της τσιμεντένεσης σταθεροποίησης στις υπόγειες εκσκαφές γίνεται σε κυβικά μέτρα ενέματος, που πραγματικά εισπιάσθηκε στις οπές και τις ρωγμές του βράχου, σύμφωνα με εντολή της Υπηρεσίας.

Γίνεται διαφοροποίηση της επιμέτρησης των τσιμεντένεσεων σταθεροποίησης με βάση την εφαρμοζόμενη πίεση ως εξής:

- Τσιμεντένεμα σε τσιμεντένεσες σταθεροποίησης, πίεσης μικρότερης των 5 MPa
- Τσιμεντένεμα σε τσιμεντένεσες σταθεροποίησης, πίεσης από 5 έως 20 MPa
- Τσιμεντένεμα σε τσιμεντένεσες σταθεροποίησης, πίεσης μεγαλύτερης των 20 MPa

Η επιμέτρηση για σύνδεση της γραμμής παροχής ενέματος σε οπές για την εκτέλεση τσιμεντένεσεων 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 τσιμεντένεσεων ή σε κάθε σύνδεση για τσιμεντένεση. Συνδέσεις για τσιμεντένεσες σε ρωγμές ή ανοίγματα στη βραχομάζα, συνδέσεις για τσιμεντένεσες σε υπάρχουσες ερευνητικές οπές και συνδέσεις για τσιμεντένεσες σε σωλήνες παροχής για την τσιμεντένεση αρμών σκυροδέματος, όταν απαιτούνται, θεωρούνται σαν συνδέσεις για τσιμεντένεση σε οπές τσιμεντένεσεων και επιμετρούνται για πληρωμή με βάση τη συμβατική τιμή μονάδας για συνδέσεις για τσιμεντένεσες σε οπές τσιμεντένεσεων του παρόντος Κονδυλίου.

6.5. Τσιμεντένεσες δακτυλίου σε σήραγγα με TBM και προκατασκευασμένα στοιχεία

Η επιμέτρηση της τσιμεντένεσης πλήρωσης του δακτυλίου σε σήραγγες που ανοίγονται με TBM και επενδύονται με προκατασκευασμένα στοιχεία γίνεται σε κυβικά μέτρα ενέματος, που πραγματικά εισπιάσθηκε, σύμφωνα με τη Μελέτη ή την εντολή της Υπηρεσίας.

6.6. Συνδέσεις οπών

Η επιμέτρηση για σύνδεση της γραμμής παροχής ενέματος σε οπές για την εκτέλεση των ενεματώσεων πλήρωσης ή σταθεροποίησης ή δακτυλίου, αν απαιτείται, 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 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 τσιμεντένεσες σε ρωγμές ή ανοίγματα στη βραχομάζα, σε υπάρχουσες ερευνητικές οπές και σε σωλήνες παροχής για την τσιμεντένεση αρμών σκυροδέματος, όταν απαιτούνται, θεωρούνται ως συνδέσεις για τσιμεντένεση σε οπές τσιμεντένεσεων και επιμετρούνται με βάση τα προβλεπόμενα για συνδέσεις τσιμεντένεσεων σε οπές τσιμεντένεσεων.

6.7. Προμήθεια και ενσωμάτωση τσιμέντου για τσιμεντένεσες

Η επιμέτρηση τσιμέντου, που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα ενέματος, γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος, σε μετρικούς τόνους, του τσιμέντου, που χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα. Στη μονάδα μέτρησης ανάγονται η προμήθεια, η μεταφορά στο έργο, η αποθήκευση και η διακίνηση του υλικού.

6.8. Προμήθεια και ενσωμάτωση άμμου για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση άμμου, που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα ενέματος, γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος σε μετρικούς τόνους της στεγνής άμμου, που χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα. Στη μονάδα μέτρησης ανάγονται η προμήθεια, η μεταφορά στο έργο, η αποθήκευση και η διακίνηση του υλικού.

6.9. Προμήθεια, ενσωμάτωση και ενεργοποίηση μπεντονίτη για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση μπεντονίτη, που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, γίνεται με βάση την πραγματική ποσότητα του υλικού σε χιλιόγραμμα, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Παρασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα. Στη μονάδα μέτρησης ανάγονται η προμήθεια, η μεταφορά, η αποθήκευση και η διακίνηση του υλικού.

6.10. Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικού νατρίου για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση του πυριτικού νατρίου, που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος σε χιλιόγραμμα του ρευστού υλικού, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Παρασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα. Στη μονάδα μέτρησης ανάγονται η προμήθεια, η μεταφορά, η αποθήκευση και η διακίνηση του υλικού.

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

6.11. Προμήθεια και ενσωμάτωση ιπτάμενης τέφρας για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση ιπτάμενης τέφρας, που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, γίνεται με βάση την πραγματική ποσότητα του υλικού σε χιλιόγραμμα, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Παρασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα. Στη μονάδα μέτρησης ανάγονται η προμήθεια, η μεταφορά, η αποθήκευση και η διακίνηση του υλικού.

6.12. Προμήθεια και ενσωμάτωση πυριτικής παιπάλης για τσιμεντενέσεις

Η επιμέτρηση πυριτικής παιπάλης, που χρησιμοποιήθηκε στα μίγματα του ενέματος, γίνεται με βάση την πραγματική ποσότητα του υλικού σε χιλιόγραμμα, όπως αυτό προμηθεύθηκε από τον Παρασκευαστή του και χρησιμοποιήθηκε στο μίγμα. Στη μονάδα μέτρησης ανάγονται η προμήθεια, η μεταφορά, η αποθήκευση και η διακίνηση του υλικού.