
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-03-00:2023

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Διαφραγματικοί τοίχοι

Diaphragm walls

Κλάση τιμολόγησης: **12**

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή αναθεωρεί και αντικαθιστά την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-03-00:2009.

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εκπονήθηκε από Εμπειρογνώμονες και ελέγχθηκε και αξιολογήθηκε από Επιμελητή/ Ειδικό – Εμπειρογνώμονα στο αντικείμενό της, που υποβοήθησαν το έργο της ΕΛΟΤ/ΤΕ99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», την γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-11-02-03-00 εγκρίθηκε την 2023-03-17 από την ΕΛΟΤ/ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών.

Τα αναφερόμενα στις τυποποιητικές παραπομπές ευρωπαϊκά, διεθνή και εθνικά Πρότυπα διατίθενται από τον ΕΛΟΤ.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο.....	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί.....	6
4 Απαιτήσεις.....	7
4.1 Γενικά.....	7
4.2 Απαιτήσεις γεωτεχνικών ερευνών κατά το στάδιο της Μελέτης.....	8
4.3 Ειδικότερες απαιτήσεις για τα υλικά κατασκευής.....	9
4.4 Απαιτήσεις ελέγχων κατά την κατασκευή.....	12
4.5 Κατασκευαστικές ανοχές.....	16
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών.....	17
5.1 Προκαταρκτικές εργασίες και ενέργειες.....	17
5.2 Εξοπλισμός και μέσα για την εκτέλεση των εργασιών.....	17
5.3 Διαδικασίες εκσκαφής.....	19
5.4 Διαμόρφωση και τοποθέτηση του οπλισμού.....	20
5.5 Σκυροδέτηση των διαφραγματικών τοίχων.....	22
5.6 Πρόχυτοι διαφραγματικοί τοίχοι.....	22
6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας.....	23
7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών.....	24
7.1 Εισκόμιση και αποκόμιση εξοπλισμού.....	24
7.2 Κατασκευή οδηγών τοίχων.....	24
7.3 Εκσκαφή του διαφραγματικού τοίχου.....	24
7.4 Κατασκευή και τοποθέτηση των κλωβών οπλισμού.....	25
7.5 Σκυροδέτηση του διαφραγματικού τοίχου.....	25
Παράρτημα Α (πληροφοριακό) Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος.....	26
Βιβλιογραφία.....	28

Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΕΤΕΠ) εντάσσεται στην ενότητα των τεχνικών κειμένων που είχαν αρχικά προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και στην συνέχεια επεξεργάστηκε ο ΕΛΟΤ προκειμένου να εφαρμόζονται 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.

Στο πλαίσιο σύμβασης μεταξύ του ΕΣΥΠ/ΕΛΟΤ και του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών (ΑΔΑ 6ΕΟΒ465ΧΘΞ-02Τ), ο ΕΛΟΤ ανέλαβε την υποχρέωση να επεξεργασθεί και να επικαιροποιήσει τριακόσιες δεκατέσσερις (314) Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ), ως Έκδοση 2η σύμφωνα με τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα και Κανονισμούς και με τις διαδικασίες που προβλέπονται στον Κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών και στον Κανονισμό σύστασης και λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης.

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εκπονήθηκε από τον ανάδοχο του κλειστού διαγωνισμού με αριθμ. διακήρυξης 1/2020 για την ανάθεση του έργου «Αναθεώρηση 1ης έκδοσης 314 ΕΤΕΠ» (ΑΔΑ ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ), ελέγχθηκε και αξιολογήθηκε από Επιμελητή / Ειδικό – Εμπειρογνώμονα στο αντικείμενό της και υποβλήθηκε σε Δημόσια Κρίση. Εγκρίθηκε από την Τεχνική Επιτροπή ΕΛΟΤ/ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», η οποία συστάθηκε με την Απόφαση Διευθύνοντος Συμβούλου ΕΣΥΠ, Δν.Σ. 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ).

Η παρούσα ΕΤΕΠ καλύπτει τις απαιτήσεις όπως απορρέουν από το Ενωσιακό Δίκαιο και τις σχετικές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης που ισχύουν σήμερα, το Εθνικό Δίκαιο, παραπέμπει σε εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα και είναι συμβατή με αυτά.

Διαφραγματικοί τοίχοι

1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής είναι η κατασκευή προσωρινών ή μόνιμων διαφραγματικών τοίχων με αφαίρεση του εδαφικού υλικού, που έχουν ως σκοπό είτε την αντιστήριξη γαιών, είτε τη βαθιά θεμελίωση δομικών έργων, είτε την παρεμπόδιση κυκλοφορίας ύδατος ή κάποιου ρυπαντή στο έδαφος. Οι διαφραγματικοί τοίχοι είναι κατασκευές με μόνιμο ή προσωρινό χαρακτήρα, ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν.

2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Τεχνική 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	<i>Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο - Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για κοινά τσιμέντα</i>
ΕΛΟΤ EN 206	<i>Concrete - Specification, performance, production and conformity -- Σκυρόδεμα - Προδιαγραφή, επιδόσεις, παραγωγή και συμμόρφωση</i>
ΕΛΟΤ EN 934-2	<i>Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2: Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση</i>
ΕΛΟΤ EN 1008	<i>Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete -- Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού, συμπεριλαμβανομένου του νερού που ανακτάται από διεργασίες στη βιομηχανία σκυροδέματος, για τη χρήση του ως νερό ανάμιξης σκυροδέματος</i>
ΕΛΟΤ EN 1538	<i>Execution of special geotechnical works - Diaphragm walls -- Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων - Διαφραγματικοί τοίχοι</i>
ΕΛΟΤ EN 1997-1	<i>Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules -- Ευρωκώδικας 7: Γεωτεχνικός σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες</i>
ΕΛΟΤ EN 12350-2	<i>Testing fresh concrete - Part 2: Slump test - Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 2: Δοκιμή κάθισης</i>
ΕΛΟΤ EN 12350-5	<i>Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test - Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 5: Δοκιμή σε τράπεζα εξαπλώσεως</i>

ΕΛΟΤ EN 12620	<i>Aggregates for concrete -- Αδρανή για σκυρόδεμα</i>
ΕΛΟΤ EN ISO 13500	<i>Petroleum and natural gas industries - Drilling fluid materials - Specifications and tests -- Βιομηχανίες πετρελαίου και φυσικού αερίου - Ρευστά υλικά εξόρυξης - Προδιαγραφές και δοκιμές</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-1	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 1: Common requirements -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 1: Κοινές απαιτήσεις</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-2	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 2: Mobile drill rigs for civil and geotechnical engineering, quarrying and mining -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 2: Κινητά γεωτρήματα για έργα πολιτικών και γεωτεχνικών μηχανικών, εκμετάλλευση λατομείων και ορυχείων</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-3	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 3: Horizontal directional drilling equipment (HDD) -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 3: Εξοπλισμός οριζόντιας γεώτρησης (HDD)</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-4	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 4: Foundation equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 4: Εξοπλισμός θεμελίωσης</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-5	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 5: Diaphragm walling equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 5: Εξοπλισμός διαφράγματος τοιχώματος</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-6	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 6: Jetting, grouting and injection equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 6: Εξοπλισμός εκτόξευσης υγρού, αρμολόγησης και έγχυσης</i>
ΕΛΟΤ EN 16228-7	<i>Drilling and foundation equipment - Safety - Part 7: Interchangeable auxiliary equipment -- Εξοπλισμός γεώτρησης και θεμελίωσης - Ασφάλεια - Μέρος 7: Εναλλάξιμος βοηθητικός εξοπλισμός</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00	<i>Production and transport concrete in situ – Παραγωγή και μεταφορά εργοταξιακού σκυροδέματος</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00	<i>Steel reinforcement for concrete – Χαλύβδινι οπλισμοί σκυροδέματος.</i>

3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

3.1 Έγχυτος διαφραγματικός τοίχος από σκυρόδεμα

Τοίχος από άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα του οποίου η κατασκευή περιλαμβάνει τη διάνοιξη κατάλληλης τάφρου εντός του εδάφους (με ή χωρίς την υποστήριξη των τοιχωμάτων της), με τη βοήθεια ειδικού κοπτικού (μπένας ή φρέζας) ορθογωνικής διατομής και υδραυλικής ή μηχανικής λειτουργίας, και στη συνέχεια την πλήρωση της τάφρου με σκυρόδεμα.

3.2 Διαφραγματικός τοίχος από προκατασκευασμένα πετάσματα

Τοίχος από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος τα οποία τοποθετούνται σε τάφρο εντός του εδάφους, η οποία κατασκευάστηκε με ή χωρίς την υποστήριξη των τοιχωμάτων της και περιέχει αυτοσκληρυνόμενο αιώρημα.

3.3 Διάφραγμα αιωρήματος

Εύκαμπτος τοίχος από σκληρυνόμενο αιώρημα που χρησιμεύει και ως στηρικτικό υγρό κατά την εκσκαφή. Είναι δυνατό να είναι άοπλος ή οπλισμένος με σιδηροδοκούς ή πλέγματα.

3.4 Πλαστικό σκυρόδεμα

Σκυρόδεμα χαμηλής αντοχής και χαμηλού μέτρου ελαστικότητας με δυνατότητες μεγαλύτερης παραμόρφωσης από ότι το κοινό σκυρόδεμα. Συνήθως αποτελείται από σκυρόδεμα χαμηλής περιεκτικότητας σε τσιμέντο με υψηλό συντελεστή Ν/Τ (νερό/τσιμέντο). Μπορεί να περιέχει μπεντονίτη ή/και άλλα αργιλικά υλικά ή/και άλλα συστατικά, όπως ιπτάμενη τέφρα (PFA) καθώς και πρόσθετα (ορισμός από το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1538).

3.5 Διάφραγμα από πλαστικό σκυρόδεμα

Τοίχος από πλαστικό σκυρόδεμα του οποίου η κατασκευή περιλαμβάνει τη διάνοιξη κατάλληλης τάφρου εντός του εδάφους (με ή χωρίς την υποστήριξη των τοιχωμάτων της) και στη συνέχεια την πλήρωσή της με πλαστικό σκυρόδεμα τροφοδοτούμενο με σωλήνα.

3.6 Πέτασμα (πανέλο)

Στοιχείο του διαφραγματικού τοίχου που σκυροδετείται με μια συνεχή διαδικασία. Το πέτασμα ή πανέλο (όπως συνηθίζεται να λέγεται στην πράξη) συνήθως έχει ορθογωνική διατομή κάτοψης αλλά ενίοτε και άλλα σχήματα (π.χ Τ ή L).

3.7 Οδηγοί τοίχοι

Χαμηλού ύψους τοιχίσκοι, παράλληλοι μεταξύ τους, που κατασκευάζονται προσωρινά πριν από την εκσκαφή του διαφράγματος για την καθοδήγηση της εκσκαπτικής μπένας και την εξασφάλιση της θέσης των παρειών της τάφρου στην επιφάνεια. Ο χώρος μεταξύ των οδηγών τοίχων επιτρέπει και τη διακύμανση της στάθμης του στηρικτικού μπεντονιτικού αιωρήματος κατά τη διάρκεια της εκσκαφής του πετάσματος.

3.8 Ταξινόμηση και χαρακτηριστικά των διαφραγματικών τοίχων

Οι διαφραγματικοί τοίχοι διακρίνονται ως εξής:

(1) Διαφραγματικοί τοίχοι για αντιστήριξη γαιών:

- α) Έγχυτοι διαφραγματικοί τοίχοι από οπλισμένο σκυρόδεμα
- β) Διαφραγματικοί τοίχοι με προκατασκευασμένα πετάσματα
- γ) Οπλισμένοι διαφραγματικοί τοίχοι αιωρήματος (reinforced slurry walls)

(2) Τοίχοι στεγάνωσης ή παρεμπόδισης κυκλοφορίας ύδατος ή ρυπαντή :

- α) Διαφραγματικοί τοίχοι μπεντονιτικού αιωρήματος
- β) Διαφραγματικοί τοίχοι πλαστικού σκυροδέματος

4 Απαιτήσεις

4.1 Γενικά

Τα ενσωματούμενα ή χρησιμοποιούμενα υλικά στους διαφραγματικούς τοίχους είναι τα εξής:

- Μπεντονίτης (μπεντονιτικό αιώρημα)
- Τσιμέντο
- Αδρανή σκυροδέματος
- Πρόσθετα σκυροδέματος και πρόσμικτα όταν προβλέπονται από τη μελέτη σύνθεσης
- Χαλύβδινοι οπλισμοί

Το τσιμέντο, τα αδρανή σκυροδέματος και τα πρόσθετα σκυροδέματος πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των εναρμονισμένων προτύπων ΕΛΟΤ EN 197-1, ΕΛΟΤ EN 12620 και ΕΛΟΤ EN 934-2, αντίστοιχα, και υποχρεωτικά:

- α) φέρουν σήμανση CE
- β) συνοδεύονται από δήλωση επιδόσεων βάσει του κατ' εξουσιοδότηση κανονισμού (ΕΕ) 574/2014 (ΟJ EEL159/41/28.05.2014) και δελτίο δεδομένων ασφαλείας σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού (ΕΚ) 1907/2006.

Επιπρόσθετα, το τσιμέντο υποχρεωτικά συνοδεύεται από πιστοποιητικό σταθερότητας της επίδοσης, ενώ τα πρόσθετα σκυροδέματος και τα αδρανή (βλ. Βιβλιογραφία [9]) πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικό συμμόρφωσης του ελέγχου της παραγωγής στο εργοστάσιο. Τα εν λόγω πιστοποιητικά εκδίδονται από κοινοποιημένους στην ΕΕ Οργανισμούς και προσκομίζονται εφόσον ζητηθούν από την Αρμόδια Αρχή.

Ο Ανάδοχος έχει την υποχρέωση να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή Τεχνική Έκθεση Μεθοδολογίας Εκτέλεσης Εργασιών στην οποία πρέπει να αναλύονται τα ακόλουθα:

- (α) Το είδος, τα χαρακτηριστικά και οι επιδόσεις του ειδικού μηχανικού εξοπλισμού που ο Ανάδοχος προτίθεται να χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση των εργασιών
- (β) Η σύνθεση του τεχνικού προσωπικού και τα προσόντα του επικεφαλής του συνεργείου και του αντικαταστάτη του. Και οι δύο πρέπει να είναι τεχνικοί με αποδεδειγμένη εμπειρία σε εργασίες διαφραγμάτων.
- (γ) Το πρόγραμμα εκσκαφής και σκυροδέτησης των διαφραγματικών τοίχων με εστίαση στην αποφυγή βλαβών σε ήδη σκυροδετημένα στοιχεία και σε άλλες υφιστάμενες κατασκευές.
- (δ) Πληροφορίες σχετικά με παράλληλες δραστηριότητες οι οποίες είναι δυνατόν να επηρεάσουν τις εργασίες κατασκευής των διαφραγμάτων (π.χ. αποστραγγίσεις, υπόγειες εκσκαφές, ανοικτές εκσκαφές).
- (ε) Διαδικασίες επίβλεψης, καταγραφής και ποιοτικού ελέγχου των εργασιών κατασκευής των διαφραγματικών τοίχων (π.χ. έλεγχος συνεχείας της σκυροδέτησης των κατασκευασμένων φανωμάτων).

Επισημαίνεται ότι για κάθε κατασκευαζόμενο διάφραγμα πρέπει να τηρείται λεπτομερές μητρώο, σύμφωνα με τους Πίνακες 2 και 3 της παρούσας, το οποίο θεωρείται ουσιώδες επιμετρητικό στοιχείο των εργασιών

- (στ) Προτεινόμενη τεχνική και υλικά στεγάνωσης των κατασκευαστικών αρμών των διαφραγματικών τοίχων.
- (ζ) Καθορισμό σταθερών σημείων (εξασφαλίσεις) για την εξάρτηση της χάραξης των αξόνων των διαφραγματικών τοίχων.
- (η) Προτεινόμενη μέθοδο ελέγχου της συνεχείας της σκυροδέτησης των διαφραγμάτων με μη καταστροφικές δοκιμές (non destructive methods, integrity tests), ακουστικές μεθόδους κλπ.
- (θ) Τα μέτρα αποκατάστασης και επισκευής του διαφραγματικού τοίχου εάν διαπιστωθεί ατέλεια κατά τον έλεγχο της συνεχείας ή κατά την εκσκαφή.
- (ι) Μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος κατασκευής των διαφραγμάτων, η οποία πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της Μελέτης.

4.2 Απαιτήσεις γεωτεχνικών ερευνών κατά το στάδιο της Μελέτης

Οι απαραίτητες γεωτεχνικές έρευνες πριν από την εκτέλεση των εργασιών (στάδιο Μελέτης) πρέπει να εκτείνονται σε ικανό βάθος, έτσι ώστε να προσφέρουν επαρκή στοιχεία (αντοχής και παραμορφωσιμότητας) για όλες τις γεωτεχνικές ενότητες, οι οποίες εκτιμάται ότι επηρεάζουν την κατασκευή και τη λειτουργία των διαφραγματικών τοίχων.

Η εκτέλεση των παραπάνω ερευνών πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις γενικές αρχές που αναφέρονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1997-1 (Ευρωκώδικας 7).

Η συνεκτίμηση της υπάρχουσας σχετικής εμπειρίας κατασκευής διαφραγματικών τοίχων σε ανάλογες γεωτεχνικές συνθήκες ή/και των υπάρχουσών γεωτεχνικών πληροφοριών στην ευρύτερη περιοχή των εργασιών είναι απαραίτητη για τον τελικό καθορισμό των προς εκτέλεση αναγκαίων γεωτεχνικών ερευνών.

Επισημαίνεται ότι ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις παρακάτω γεωτεχνικές συνθήκες:

- (1) Παρουσία χαλαρών ή μαλακών εδαφικών υλικών με πιθανά προβλήματα αστάθειας κατά την εκσκαφή.
- (2) Χονδρόκοκκοι σχηματισμοί ή εδαφικοί σχηματισμοί μεγάλης εν γένει διαπερατότητας, οι οποίοι είναι δυνατόν να προκαλέσουν απώλεια των ενεμάτων κατά την κατασκευή.
- (3) Στρώσεις κροκάλων και λατυπών, βραχώδεις σχηματισμοί ή άλλα εμπόδια, τα οποία είναι δυνατόν να προκαλέσουν δυσκολίες κατά την εκσκαφή και εξ αυτού να απαιτηθεί η εφαρμογή ειδικών διατρητικών μηχανημάτων.
- (4) Παρουσία συστηματικής στάθμης υπογείου υδροφόρου ορίζοντα.
- (5) Παρουσία αρτεσιανού ή επικρεμάμενου υδροφόρου ορίζοντα.
- (6) Στρώσεις εντός των οποίων είναι δυνατόν να αναπτυχθεί καθεστώς υπόγειας ροής με μεγάλες υδραυλικές κλίσεις.
- (7) Δυνατότητα εκδήλωσης χημικής δράσης του υπογείου ύδατος ή του εδάφους επί του σκυροδέματος των πασσάλων.
- (8) Ύπαρξη προ-βελτιωμένου εδάφους το οποίο είναι δυνατόν να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις κατά τη διενέργεια των εκσκαφών.

4.3 Ειδικότερες απαιτήσεις για τα υλικά κατασκευής

Οι σχετικές απαιτήσεις καθορίζονται στη συνέχεια.

4.3.1 Απαιτήσεις για τον μπεντονίτη (μπεντονιτικό αιώρημα)

Η χρησιμοποίηση του μπεντονιτικού αιωρήματος βασίζεται στις θιξοτροπικές του ιδιότητες. Ο μπεντονίτης είναι μία άργιλος που περιέχει κυρίως ορυκτό μοντμοριλλονίτη. Η χημική και ορυκτολογική σύνθεση του μπεντονίτη πρέπει να παρέχεται από τον προμηθευτή του υλικού. Το μπεντονιτικό αιώρημα χρησιμοποιείται είτε αυτούσιο (αυτο-σκληρυνόμενο αιώρημα), είτε ως προσθήκη σε πολυμερές αιώρημα

Ο στεγνός μπεντονίτης πρέπει απαραίτητα να είναι επεξεργασμένος και κατάλληλα ενεργοποιημένος. Τα διατιθέμενα στην αγορά προϊόντα περιλαμβάνουν τον ασβεστούχο μπεντονίτη, τον φυσικό νατριούχο μπεντονίτη και τον ενεργοποιημένο νατριούχο μπεντονίτη (ο οποίος έχει προέλθει από τον φυσικό ασβεστούχο μπεντονίτη μετά από ανταλλαγή ιόντων).

Η ενυδάτωση του μπεντονίτη για την παρασκευή του νωπού αιωρήματος γίνεται με νερό.

Ο μπεντονίτης πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13500 και να διαθέτει τις ιδιότητες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Σημειώνεται ότι είναι δυνατή η ανακύκλωση (επαναχρησιμοποίηση) του μπεντονιτικού αιωρήματος μετά από κατάλληλο εμπλουτισμό του ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις που καθορίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 - Χαρακτηριστικά του μπεντονιτικού αιωρήματος

Ιδιότητες	Φρέσκο αιώρημα	Εμπλουτισμένο αιώρημα για επαναχρησιμοποίηση	Πριν από τη σκυροδέτηση
Πυκνότητα (g/ml)	< 1,10	< 1,25	< 1,15
Τιμή Marsh (sec) ⁽¹⁾	32 έως 50	32 έως 60	32 έως 50
Τιμή fluid loss (ml)	< 30	< 50	-
Τιμή pH	7 έως 11	7 έως 12	-
Περιεκτικότητα σε άμμο (%) ⁽²⁾	-	-	< 4
Φίλτρο κέικ (mm)	< 3	< 6	-

⁽¹⁾ Η τιμή του ιξώδους Marsh μετράται σε φιάλη όγκου 946 ml.

⁽²⁾ Η περιεκτικότητα του αιωρήματος σε άμμο είναι ποσοστό σε όγκο των κόκκων άνω των 0.074 mm.

⁽³⁾ Πριν από τη σκυροδέτηση και σε ειδικές περιπτώσεις (μη-φέροντες διαφραγματικοί τοίχοι, άοπλοι διαφραγματικοί τοίχοι) είναι δυνατόν η ανώτερη τιμή του ποσοστού περιεκτικότητας σε άμμο να κυμαίνεται μεταξύ 4% - 6%.

Οι τιμές του Πίνακα 1 είναι δυνατόν να τροποποιηθούν σε ειδικές περιπτώσεις, όπως:

- (1) Σε εδάφη ή βράχους υψηλής διαπερατότητας ή εδάφη με έγκοιλα όπου είναι δυνατόν να επέλθει απότομη απώλεια του μπεντονιτικού αιωρήματος.
- (2) Υπό συνθήκες υπόγειου αρτεσιανισμού.
- (3) Σε πολύ μαλακά εδάφη.
- (4) Υπό συνθήκες υφάλμυρου υπογείου υδροφόρου ορίζοντα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατόν να απαιτηθεί και η μέτρηση της διατμητικής αντοχής του αιωρήματος (gel), όπως π.χ. στις περιπτώσεις απαίτησης μειωμένης διείσδυσης του αιωρήματος εντός του γεωυλικού, όπου είναι αναγκαία η ικανοποιητική αντοχή του αιωρήματος προκειμένου να συγκρατηθούν στο αιώρημα οι κόκκοι της άμμου.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν πολυμερή διαλύματα (πιθανώς και με την προσθήκη μπεντονίτη), ως στηρικτικά υγρά μέσα σε εδάφη για τα οποία υπάρχει προηγούμενη εμπειρία ή μετά από έλεγχο σε δοκιμαστικό πεδίο επιτόπου.

4.3.2 Απαιτήσεις για το σκυρόδεμα

Γενικά για το σκυρόδεμα ισχύουν οι προβλέψεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016 και του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 206. Η χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος πρέπει να είναι η προβλεπόμενη στη Μελέτη. Ο τύπος των προσθέτων και προσμίκτων και οι αναλογίες τους πρέπει να καθορίζονται στη μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος

Για την προστασία του σκυροδέματος έναντι "ξεπλύματος" υπό συνθήκες σημαντικής υπόγειας ροής μπορεί να χρησιμοποιηθεί μπεντονίτης.

Σε περίπτωση ύπαρξης θειικών στο έδαφος ή στο υπόγειο νερό πρέπει να χρησιμοποιείται τσιμέντο τύπου SR, όπως το τσιμέντο CEM IV/A (P) 32,5N-SR κατά ΕΛΟΤ EN 197-1.

Στη μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος συνιστάται να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα:

- (1) Το μέγεθος του μέγιστου κόκκου αδρανών να μην υπερβαίνει τα 32 mm (1 ¼") ή το ¼ της απόστασης μεταξύ των διαμήκων ράβδων οπλισμού (ΕΛΟΤ EN 206 - Παράρτημα D)
- (2) Η περιεκτικότητα σε τσιμέντο να μην είναι μικρότερη από 325 kg/m³ για διαφραγματικούς τοίχους χυτευόμενους εν ξηρώ ή 375 kg/m³ χυτευόμενους παρουσία ύδατος για οποιαδήποτε κατηγορία αντοχής του σκυροδέματος.

- (3) Η αναλογία νερού τσιμέντου (N/T) να μην είναι μεγαλύτερη του 0,6.
- (4) Η κάθιση του σκυροδέματος να είναι της τάξης των 150-200 mm, ανάλογα με τις συνθήκες χύτευσης των διαφραγματικών τοίχων
- (5) Η χρήση ειδικών τσιμέντων κατά ΕΛΟΤ EN 197-1, όταν επιδιώκεται ή προβλέπεται στη Μελέτη ο περιορισμός της θερμότητας ενυδάτωσης του σκυροδέματος

Γενικώς η μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του Παραρτήματος D του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 206.

Η σύνθεση του σκυροδέματος πρέπει να είναι τέτοια ώστε να είναι εργάσιμο, ρευστό, να μην προκαλείται ξέπλυμα και συγχρόνως να καλύπτει τις απαιτήσεις αντοχής, παραμορφωσιμότητας και διαπερατότητας του Έργου.

Για τη σκυροδέτηση των πετασμάτων (πανέλων) χρησιμοποιείται σκυρόδεμα με ελάχιστο ποσοστό τσιμέντου 350 kg/m³. Η αυξημένη ποσότητα του τσιμέντου είναι απαραίτητη λόγω της σκυροδέτησης αναγκαστικά υπό το μπεντονικό αιώρημα (βλ. Πίνακα 2 σε σχέση με τη μέγιστη διάμετρο κόκκων των αδρανών).

Τα χρησιμοποιούμενα αδρανή θα πρέπει να είναι καλής διαβάθμισης και οι διαστάσεις τους να πληρούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

- (1) Η μέγιστη διάμετρος να είναι 32 mm ή το 1/4 της απόστασης μεταξύ των διαμικών ράβδων οπλισμού.
- (2) Στην περίπτωση χρησιμοποίησης αδρανών με μέγιστο κόκκο 32 mm, το ποσοστό άμμου θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 40% του συνολικού βάρους των αδρανών και τα λεπτόκοκκα (συμπεριλαμβανομένου και του τσιμέντου) θα πρέπει να κυμαίνονται από 400 έως 550 kg/m³.

Το σκυρόδεμα πρέπει να έχει πλαστικότητα που αντιστοιχεί σε προτεινόμενη τιμή κάθισης (ΕΛΟΤ EN 12350-2) 18 έως 21 cm ή (ΕΛΟΤ EN 12350-5 flow test) 55 έως 60 cm.

Επειδή η σκυροδέτηση γίνεται μέσω σωλήνα (tremie pipe), το σκυρόδεμα πρέπει να περιέχει κατάλληλο πρόσθετο (πλαστικοποιητή ή υπερ-πλαστικοποιητή) προκειμένου να αποφευχθεί το ξέπλυμα ή ο διαχωρισμός του κατά τη σκυροδέτηση.

Για την παραγωγή και μεταφορά του σκυροδέματος ισχύει η ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00.

Στην περίπτωση διαφραγμάτων πλαστικού σκυροδέματος (για στεγάνωση ή παρεμπόδιση της κυκλοφορίας υγρού), απαιτείται επιπρόσθετα χαμηλή διαπερατότητα και ευκαμψία του διαφραγματικού τοίχου. Το πλαστικό σκυρόδεμα αποτελείται από μπεντονίτη (ή άλλο αργιλικό υλικό), τσιμέντο, αδρανή καλής διαβάθμισης, νερό, πρόσθετα ή/και πρόσμικτα σκυροδέματος. Επισημαίνεται ότι τυπικές συνθέσεις πλαστικού σκυροδέματος δίνονται στο Παράρτημα Α του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 1538.

4.3.3 Χαλύβδινοι οπλισμοί

Ο προβλεπόμενος χαλύβδινος οπλισμός πρέπει να πληροί τα καθοριζόμενα στην ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00.

Οι οριζόντιοι οπλισμοί πρέπει να έχουν επαρκή διάμετρο και πυκνότητα (συνήθως χρησιμοποιείται διπλή εσχάρα) ώστε να παρέχουν την αναγκαία ακαμψία του κλωβού, κυρίως κατά την ανύψωσή του για την τοποθέτησή του μέσα στο πάνελ.

Για τη δημιουργία κλωβών (βλ. Εικόνες 6, 7 και 8) σταθερού και ελεγχόμενου πάχους, απαιτείται η χρήση βοηθητικού οπλισμού (κατάλληλου σχήματος οδηγό - αποστατήρες), ώστε οι 2 εσχάρες οπλισμού να συγκρατούνται στην επιθυμητή απόσταση μεταξύ τους.

Οι διαστάσεις των τεμαχίων αυτών πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να εξασφαλίζουν επικάλυψη με σκυρόδεμα των ράβδων των σχαρών από την παρειά του τοίχου τουλάχιστον 7,5 cm, (σε μη επιθετικά ως προς την διάβρωση του οπλισμού εδάφη, η επικάλυψη δυνατόν να είναι 6 cm).

Εκτός από τους αποστατήρες, πρέπει να τοποθετούνται και ορισμένες ράβδοι χιαστί (συνήθως κατά την έννοια του πάχους του κλωβού) για να αποφευχθούν οι παραμορφώσεις και μετακινήσεις μεταξύ των 2 σχαρών, ιδιαίτερα κατά τη φάση ανύψωσης του οπλισμού για την τοποθέτησή του μέσα στην τάφρο. Η διάμετρος όλων των πιο πάνω τεμαχίων συνιστάται να είναι αρκετά μεγάλη, συνήθως Φ16 έως Φ20.

Η ελάχιστη διάμετρος των κατακόρυφων ράβδων πρέπει να είναι $\Phi 12$ και ο ελάχιστος οπλισμός να είναι 3 ράβδοι ανά μέτρο μήκους πετάσματος και στις δύο σχάρες του οπλισμού.

Είναι σημαντικό να διατηρείται κάποια ελάχιστη απόσταση μεταξύ των ράβδων των σχαρών, για να μπορεί το σκυρόδεμα, που εγχύνεται στον άξονα περίπου του σκάμματος, να καλύψει πλήρως τον κλωβό οπλισμού και να έλθει σε πλήρη επαφή με τις εδαφικές παρειές του πετάσματος. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ότι το σκυρόδεμα έχει μεν πλαστικότητα λόγω προσθήκης ρευστοποιητών, δεν μπορεί όμως για τεχνικούς λόγους να δονηθεί με τη βοήθεια π.χ. δονητή μάζας (συνήθως σκυροδέτηση υπό το αιώρημα). Με βάση τα παραπάνω οι απαιτήσεις για τις ελάχιστες αποστάσεις καθορίζονται ως εξής:

α) Το ελάχιστο κενό μεταξύ των κατακόρυφων ράβδων πρέπει να είναι 10 cm και σε ορισμένες περιπτώσεις 8 cm, υπό την προϋπόθεση ότι ο μέγιστος κόκκος των αδρανών του σκυροδέματος είναι 2 cm.

β) Το ελάχιστο κενό μεταξύ των οριζοντίων ράβδων πρέπει να είναι 20 cm και σε ορισμένες περιπτώσεις 15 cm, υπό την προϋπόθεση ότι ο μέγιστος κόκκος των αδρανών του σκυροδέματος είναι 2 cm.

Όταν στη Μελέτη προβλέπεται τέτοιος αριθμός ράβδων, ώστε η πιο πάνω απαίτηση να μην είναι δυνατό να τηρηθεί, τότε ο οπλισμός αυτός πρέπει να διαμορφώνεται σε δύο σειρές, είτε σε επαφή κάθε εξωτερικής ράβδου με την αντίστοιχη εσωτερική (με κατάλληλα τσιμπήματα ηλεκτροσυγκόλλησης), είτε σε κάποια απόσταση της εσωτερικής δεύτερης σχάρας, από την εξωτερική.

Επισημαίνεται ότι τα χρησιμοποιούμενα μεταλλικά στοιχεία, π.χ σωλήνες, πλάκες, συνδετήρες κλπ. πρέπει να είναι κατασκευασμένα από μη γαλβανισμένο σίδηρο για την αποφυγή της ηλεκτροχημικής διάβρωσης των οπλισμών.

4.4 Απαιτήσεις ελέγχων κατά την κατασκευή

Κατά την κατασκευή των διαφραγματικών τοίχων είναι απαραίτητο να ελέγχονται τα εξής:

- (1) Η μέθοδος εκσκαφής, οι διαστάσεις και η θέση του σκάμματος
- (2) Ο καθαρισμός (απο-άμμωση) του σκάμματος πριν από τη σκυροδέτηση
- (3) Η τοποθέτηση και εξαγωγή στοιχείων διαμόρφωσης αρμών
- (4) Η τοποθέτηση των οπλισμών
- (5) Η διαδικασία σκυροδέτησης

Η κατασκευή των διαφραγματικών τοίχων απαιτεί εξειδικευμένη γνώση και εμπειρία και είναι απαραίτητο σε όλες τις φάσεις, πριν αλλά και κατά την εκτέλεση των εργασιών, να ελέγχονται και να καταγράφονται τα στοιχεία τα οποία περιγράφονται αναλυτικά στους Πίνακες 2 και 3 για τις πλέον συνήθεις περιπτώσεις κατασκευών, δηλ. (α) έγχυτων επιτόπου από οπλισμένο σκυρόδεμα και (β) διαφραγματικών τοίχων στεγάνωσης από πλαστικό σκυρόδεμα.

Επισημαίνεται ότι για τις υπόλοιπες περιπτώσεις διαφραγματικών τοίχων που αναφέρονται στην παράγραφο 3.7 της παρούσας ανάλογοι Πίνακες δίνονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1538.

Πίνακας 2 - Ποιοτικός έλεγχος οπλισμένων διαφραγματικών τοίχων

Εργασία ή φάση κατασκευής	Έλεγχος	Σχόλια
Τοποθέτηση	- Τοποθέτηση τοίχου - Τοποθέτηση τοίχων οδηγών - Τοποθέτηση πετασμάτων -αρμών	- Τοπογραφική αποτύπωση και σχέδια έργου - Έλεγχος πριν και μετά τη σκυροδέτησή τους - Οι θέσεις των αρμών σημαδεύονται στους οδηγούς
Νερό	Κατάλληλο για χρήση	Έλεγχος σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1008
Μπεντονίτης	Προέλευση υλικού	Έλεγχος σε κάθε παράδοση των εργαστηριακών εκθέσεων δοκιμών του προϊόντος σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13500
Φρέσκο μπεντονικό αιώρημα	- Διήθηση, κέικ φίλτρου, pH - Πυκνότητα, ιξώδες Marsh - Διατμητική αντοχή gel	- Ελέγχεται στην αρχή των εργασιών και όποτε αυτό απαιτείται - Τουλάχιστον μία φορά την ημέρα (ή βάρδια). - Ελέγχεται όταν αυτό απαιτείται
Σκυρόδεμα	Σύνθεση, περιεκτικότητα και αντοχή σε θλίψη	Έλεγχος συμμόρφωσης σύμφωνα με την ΕΤΕΠ ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00
Κατασκευή κλωβών οπλισμού	- Αριθμός, διάμετρος, θέση ράβδων - Παράθεση και συγκολλήσεις - Αποστάσεις μεταξύ των ράβδων - Ελεύθερος χώρος για τον σωλήνα σκυροδέτησης	Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται για κάθε κλωβό και σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια
Εκσκαφή πετάσματος	- Τοποθέτηση εκσκαπτικής μπένας - Κατακορυφότητα και στροφή - Εδαφικό προφίλ - Βάθος εκσκαφής - Στάθμη μπεντονικού αιωρήματος	- Οπτική παρακολούθηση - Ελέγχεται για κάθε πανέλο κατά τη διάρκεια της εκσκαφής και στο τέλος ^(α) - Οπτική περιγραφή, παρακολούθηση
Μπεντονικό αιώρημα κατά την εκσκαφή	- Διήθηση, φίλτρο κέικ, pH, πυκνότητα, ιξώδες Marsh - Διατμητική αντοχή gel	- Πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά ανά πέτασμα ή ανά ημέρα, σύμφωνα με τον πίνακα 1 ^(β) - Ελέγχεται όταν κρίνεται απαραίτητο
Καθαρισμός αιωρήματος	Στο βάθος της εκσκαφής	Ελέγχεται σε τρία διαφορετικά σημεία τουλάχιστον για κάθε πέτασμα
Μπεντονικό αιώρημα πριν από τη σκυροδέτηση	- Διήθηση, φίλτρο κέικ, pH, πυκνότητα, ιξώδες Marsh - Διατμητική αντοχή gel	- Πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά ανά πέτασμα ή ανά ημέρα, σύμφωνα με τον πίνακα 1 ^(γ) - Ελέγχεται όταν κρίνεται απαραίτητο
Τοποθέτηση αρμών	- Ευθυγραμμία των αρμών - Κατακορυφότητα, θέση και βάθος	- Ελέγχεται πριν από την τοποθέτηση - Οι αρμοί πρέπει να είναι στο άκρο της εκσκαφής σε επαφή με την παρειά.
Τοποθέτηση κλωβών οπλισμού	- Ακαμψία των οπλισμών - Προσανατολισμός του κλωβού σε σχέση με την όψη του πετάσματος και τοποθέτηση των αποστατών - Θέση, κατακορυφότητα κλωβού - Σύνδεση των κλωβών μεταξύ των - Τελική στάθμη και θέση του κλωβού	- Ελέγχεται άμεσα κατά την ανύψωση των κλωβών - Ελέγχονται για κάθε κλωβό οπλισμού - Ελέγχονται σε κάθε κλωβό και ειδικά το μήκος παράθεσης των δύο κλωβών - Ελέγχεται σε κάθε κλωβό.

Εργασία ή φάση κατασκευής	Έλεγχος	Σχόλια
Σκυροδέτηση	- Μήκος σωλήνα σκυροδέτησης - Δελτίο σύνθεσης σκυροδέματος - Εργασιμότητα σκυροδέματος - Αντοχή σκυροδέματος - Μέθοδος έναρξης σκυροδέτησης - Βάθος σκυροδετημένου τμήματος σε σχέση με τον όγκο - Θέση και στάθμη του κλωβού - Στάθμη του σκυροδέματος πριν κοπεί σε μικρότερο μήκος ο σωλήνας σκυροδέτησης - Χρόνος παρασκευής σκυροδέματος και έναρξη σκυροδέτησης - Διάρκεια σκυροδέτησης - Θερμοκρασία σκυροδέματος - Τελική στάθμη σκυροδέματος	- Ελέγχεται για κάθε πέτασμα που σκυροδετείται - Ελέγχεται για κάθε βαρέλα σκυροδέματος - Ελέγχεται στην αρχή για κάθε πέτασμα και όταν αυτό απαιτείται - Τρία δοκίμια τουλάχιστον για κάθε 100 μμ³ ή σύμφωνα με τον κανονισμό σκυροδέματος - Όπως περιγράφεται στη μέθοδο. Δεν γίνεται διακοπή σωλήνα σκυροδέτησης στην πρώτη βαρέλα - Ελέγχεται για κάθε βαρέλα σκυροδέματος. Κατασκευάζεται η καμπύλη σκυροδέτησης. - Ελέγχεται να είναι σύμφωνα με τα σχέδια. - Πρέπει να ελέγχεται κάθε φορά που πρέπει να βγει ένα τμήμα του σωλήνα σκυροδέτησης. - Για κάθε βαρέλα σκυροδέματος - Καταγράφεται για κάθε πέτασμα - Σε περιπτώσεις ακραίων κλιματικών συνθηκών - Καταγράφεται για κάθε πέτασμα
Εξαγωγή αρμών	Εφαρμογή της διαδικασίας εξαγωγής	Σύμφωνα με τη μέθοδο κατασκευής
Καθαρισμός κεφαλής	Στάθμη κεφαλής και ποιότητα σκυροδέματος	Έλεγχος ποιότητας σκυροδέματος σε κάθε πέτασμα με οπτικό έλεγχο

Σημειώσεις:

- (α) Η συχνότητα των μετρήσεων αυξάνεται όταν υπάρχει κίνδυνος απόκλισης ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που συναντάται σκληρό έδαφος ή συναντάται τμήμα του γειτονικού σκυροδετημένου πετάσματος. Ο έλεγχος γίνεται οπτικά και με απλές μετρήσεις (π.χ. από το συρματόσχοινο της μπένας).
- (β) Ο έλεγχος του μπεντονιτικού αιωρήματος εκτελείται πιο συχνά όταν διαπιστώνονται οργανικά εδάφη ή υπόγεια νερά που δυνατόν να επηρεάσουν χημικά την αποτελεσματικότητα του μπεντονίτη.
- (γ) Στην περίπτωση ελέγχου των χαρακτηριστικών του αιωρήματος πριν από τη σκυροδέτηση πρέπει να λαμβάνονται από τον πυθμένα της εκσκαφής. Λαμβάνονται είτε από το κύκλωμα της απο-άμμωσης είτε με ειδικό δειγματολήπτη.

Πίνακας 3 - Ποιοτικός έλεγχος στεγανωτικού διαφράγματος από πλαστικό σκυρόδεμα

Εργασία ή φάση κατασκευής	Έλεγχος	Σχόλια
Τοποθέτηση	- Τοποθέτηση τοίχου - Τοποθέτηση τοίχων οδηγών - Τοποθέτηση πετασμάτων-αρμών	- Τοπογραφική αποτύπωση και σχέδια έργου - Έλεγχος πριν και μετά τη σκυροδέτησή των - Οι θέσεις των αρμών σημαδεύονται στους οδηγούς
Νερό	- Κατάλληλο για χρήση	- Έλεγχος σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1008
Μπεντονίτης	- Προέλευση υλικού	- Έλεγχος σε κάθε παράδοση των εργαστηριακών εκθέσεων δοκιμών του προϊόντος σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13500
Φρέσκο μπεντονιτικό αιώρημα	- Διήθηση, κέικ φίλτρου, pH - Πυκνότητα, Ιξώδες Marsh - Διατμητική αντοχή gel	- Ελέγχεται στην αρχή των εργασιών και όποτε αυτό απαιτείται - Τουλάχιστον μία φορά την ημέρα, (ή βάρδια). - Ελέγχεται όταν αυτό απαιτείται
Πλαστικό Σκυρόδεμα	- Σύνθεση, περιεκτικότητα και αντοχή σε θλίψη - Μέτρο ελαστικότητας	- Έλεγχος συμμόρφωσης σύμφωνα με την ΕΤΕΠ ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00
Εκσκαφή πετάσματος	- Τοποθέτηση εκσκαπτικής μπένας, απότμηση όταν δεν έχει αρμούς - Κατακορυφότητα και στροφή - Εδαφικό προφίλ - Βάθος εκσκαφής - Στάθμη μπεντονιτικού αιωρήματος	- Οπτική παρακολούθηση - Ελέγχεται για κάθε πανέλο κατά τη διάρκεια της εκσκαφής και στο τέλος (α) - Οπτική περιγραφή, παρακολούθηση
Μπεντονιτικό αιώρημα κατά την εκσκαφή	- Διήθηση, φίλτρο κέικ, pH, πυκνότητα, ιξώδες Marsh - Διατμητική αντοχή gel	- Πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά ανά πέτασμα ή ανά ημέρα, σύμφωνα με τον πίνακα 1(β) - Ελέγχεται όταν κρίνεται απαραίτητο
Καθαρισμός αιωρήματος	- Στο βάθος της εκσκαφής	- Ελέγχεται σε τρία διαφορετικά σημεία τουλάχιστον για κάθε πέτασμα
Μπεντονιτικό αιώρημα πριν από τη σκυροδέτηση	- Διήθηση, φίλτρο κέικ, pH, πυκνότητα, ιξώδες Marsh - Διατμητική αντοχή gel	- Πρέπει να ελέγχεται τουλάχιστον μία φορά ανά πέτασμα ή ανά ημέρα, σύμφωνα με τον πίνακα 1(γ) - Ελέγχεται όταν κρίνεται απαραίτητο
Τοποθέτηση αρμών (εάν υπάρχουν)	- Ευθυγραμμία των αρμών - Κατακορυφότητα, θέση και βάθος	- Ελέγχεται πριν από την τοποθέτηση - Οι αρμοί πρέπει να είναι στο άκρο της εκσκαφής σε επαφή με την παρειά.

Εργασία ή φάση κατασκευής	Έλεγχος	Σχόλια
Σκυροδέτηση	- Μήκος σωλήνα σκυροδέτησης - Δελτίο σύνθεσης πλαστικού σκυροδέματος - Εργασιμότητα πλαστικού σκυροδέματος - Αντοχή πλαστικού σκυροδέματος - Μέθοδος έναρξης σκυροδέτησης - Βάθος σκυροδετημένου τμήματος σε σχέση με τον όγκο - Στάθμη του σκυροδέματος πριν κοπεί σε μικρότερο μήκος ο σωλήνας σκυροδέτησης - Χρόνος παρασκευής σκυροδέματος και έναρξη σκυροδέτησης - Διάρκεια σκυροδέτησης - Θερμοκρασία σκυροδέματος - Τελική στάθμη σκυροδέματος	- Ελέγχεται για κάθε πέτασμα που σκυροδετείται - Ελέγχεται για κάθε βαρέλα σκυροδέματος - Ελέγχεται στην αρχή για κάθε πέτασμα και όταν αυτό απαιτείται - Τρία δοκίμια τουλάχιστον για κάθε 100 m³ ή σύμφωνα με τον κανονισμό σκυροδέματος - Όπως περιγράφεται στη μέθοδο. Δεν γίνεται διακοπή σωλήνα σκυροδέτησης στην πρώτη βαρέλα - Ελέγχεται για κάθε βαρέλα σκυροδέματος. Κατασκευάζεται η καμπύλη σκυροδέτησης. - Πρέπει να ελέγχεται κάθε φορά που πρέπει να βγει ένα τμήμα του σωλήνα σκυροδέτησης. - Για κάθε βαρέλα σκυροδέματος - Καταγράφεται για κάθε πέτασμα - Σε περιπτώσεις ακραίων κλιματικών συνθηκών - Καταγράφεται για κάθε πέτασμα
Εξαγωγή αρμών (εάν υπάρχουν)	- Εφαρμογή της διαδικασίας εξαγωγής	- Σύμφωνα με τη μέθοδο κατασκευής
Καθαρισμός κεφαλής	- Στάθμη κεφαλής και ποιότητα σκυροδέματος	- Έλεγχος ποιότητας σκυροδέματος σε κάθε πέτασμα με οπτικό έλεγχο

Σημειώσεις:

- (α) Η συχνότητα των μετρήσεων αυξάνεται όταν υπάρχει κίνδυνος απόκλισης ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που συναντάται σκληρό έδαφος ή συναντάται τμήμα του γειτονικού σκυροδετημένου πετάσματος. Ο έλεγχος γίνεται οπτικά και με απλές μετρήσεις (π.χ. από το συρματόσχοινο της μπένας).
- (β) Ο έλεγχος του μπεντονιτικού αιωρήματος εκτελείται πιο συχνά όταν διαπιστώνονται οργανικά εδάφη ή υπόγεια νερά που δυνατόν να επηρεάσουν χημικά την αποτελεσματικότητα του μπεντονίτη.
- (γ) Στην περίπτωση ελέγχου των χαρακτηριστικών του αιωρήματος πριν από τη σκυροδέτηση πρέπει να λαμβάνονται από τον πυθμένα της εκσκαφής. Λαμβάνονται είτε από το κύκλωμα της απο-άμμωσης είτε με ειδικό δειγματολήπτη.

4.5 Κατασκευαστικές ανοχές

Στο πλαίσιο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής, οι κατασκευαστικές ανοχές, εάν δεν προσδιορίζονται διαφορετικά στη Μελέτη, καθορίζονται ως εξής:

- (1) Το βάθος και το πλάτος της εκσκαφής ενός πετάσματος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το προβλεπόμενο στη Μελέτη.
- (2) Για οπλισμένους διαφραγματικούς τοίχους η απόκλιση ενός πετάσματος κατά την οριζόντια έννοια, μετά την αποκάλυψη από τους οδηγούς του στην κεφαλή, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2 cm προς την πλευρά της εκσκαφής και 5 cm προς την αντίθετη πλευρά. Στα προκατασκευασμένα πετάσματα η απόκλιση αυτή είναι 1 cm σε κάθε πλευρά.
- (3) Η απόκλιση από την κατακόρυφο ως προς τις δύο διευθύνσεις δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1%. Σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. ύπαρξης ογκολίθων), η απόκλιση αυτή μπορεί να είναι μεγαλύτερη, εφόσον προβλέπεται στη Μελέτη.

5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

5.1 Προκαταρκτικές εργασίες και ενέργειες

- (1) Πριν από την εισκόμιση του εξοπλισμού, πρέπει να προηγηθεί τοπογραφική αποτύπωση του χώρου, έλεγχος της κατάστασης του δαπέδου εργασίας, των υπόγειων δικτύων και της κατάστασης των γειτονικών κτιρίων καθώς και το είδος της θεμελίωσής των ώστε να ληφθούν, εάν απαιτούνται, κατάλληλα μέτρα προστασίας. Επιπροσθέτως, είναι απαραίτητη η γνώση των πιθανών ειδικών απαιτήσεων για το περιβάλλον, η παλαιότερη χρήση της περιοχής και η πιθανή ύπαρξη ρυπαντών στο έδαφος.
- (2) Στην περίπτωση διαφραγματικών τοίχων στεγάνωσης, είναι απαραίτητη η γνώση των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού του διαφράγματος, όπως διαπερατότητα, αντοχή και παραμορφωσιμότητα. Σημειώνεται ότι οι διαφραγματικοί τοίχοι δεν είναι τελείως στεγανοί και συνεπώς αναμένεται να υπάρχει μικρή διαφυγή νερού (δάκρυσμα) από τους αρμούς καθώς και από το σώμα τους.
- (3) Επιβεβαίωση της διενέργειας γεωτεχνικής έρευνας της παρ.4.2
- (4) Η εισκόμιση του εξοπλισμού γίνεται μόνον όταν διαπιστωθούν συνθήκες ευνοϊκές και απαραίτητες για την εγκατάσταση του προγραμματιζόμενου διατρητικού συγκροτήματος και αφού προηγουμένως κατασκευασθούν οι απαραίτητοι οδηγοί τοίχοι.

5.2 Εξοπλισμός και μέσα για την εκτέλεση των εργασιών

Για την εκτέλεση των εργασιών κατασκευής διαφραγματικών τοίχων είναι απαραίτητος ο παρακάτω εξοπλισμός :

- (1) Γερανός ερπυστριοφόρος ο οποίος φέρει τον εκσκαπτικό εξοπλισμό δηλαδή την υδραυλική ή μηχανική αρπάγη (μπένα) (βλ. Εικόνες 1-4).
- (2) Συγκρότημα παραγωγής μπεντονιτικού αιωρήματος με τις κατάλληλες δεξαμενές απόθεσης.
- (3) Σύστημα καθαρισμού (απο-άμμωσης) του μεταχειρισμένου αιωρήματος για να ξανα-χρησιμοποιηθεί.
- (4) Συγκρότημα παραγωγής ενέματος τσιμέντου στην περίπτωση κατασκευής διαφράγματος C/B, (τσιμέντου-μπεντονίτη), ή συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος
- (5) Εξοπλισμός ελέγχου των ιδιοτήτων του μπεντονίτη.
- (6) Βοηθητικός εξοπλισμός, όπως αντλίες κυκλοφορίας μπεντονίτη, ηλεκτροσυγκολλήσεις, σωλήνες σκυροδέτησης, κλπ.

Τα εκσκαπτικά μηχανήματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

(α) Διαφραγματικές αρπάγες (grabs, μπένες) υδραυλικής ή μηχανικής λειτουργίας (με συρματόσχοινα)

Οι μηχανικές λειτουργίας αρπάγες ήταν οι πρώτες που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή διαφραγματικών τοίχων. Μειονέκτημά τους είναι ότι απαιτείται πρόσθετος κρουστικός εξοπλισμός όταν συναντώνται σκληρές εδαφικές στρώσεις, τις οποίες δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν με μόνη την επενέργεια του ιδίου βάρους. Αντίθετα, οι υδραυλικές μπένες είναι υποβοηθούμενης κοπής (μέσω υδραυλικών κυλίνδρων) επιτρέπουν τον έλεγχο και διόρθωση της κατακορυφότητας του ορύγματος (επίσης μέσω υδραυλικών συστημάτων), η δε παραγωγικότητά τους είναι κατά πολύ υψηλότερη έναντι των μηχανικών.

(β) Υδροφρέζες (hydrofraises, hydromills)

Οι υδροφρέζες αποτελούνται από δύο αντίθετα περιστρεφόμενους περί οριζόντιο άξονα δίσκους, οι οποίοι φέρουν περιμετρικά κοπτικούς οδόντες. Το αποκοπτόμενο εδαφικό υλικό, αντλείται στην επιφάνεια αναμεμιγμένο με το διατρητικό ρευστό (αιώρημα μπεντονίτη), το οποίο φιλτράρεται και επανακυκλοφορεί.

Οι υδροφρέζες μπορούν να "κόψουν" ακόμη και ιδιαίτερα σκληρά εδαφικά υλικά, θλιπτικής αντοχής έως 80 MPa, χωρίς πρόσθετο κρουστικό εξοπλισμό.

Επιτυγχάνουν εύκολα ανοχές κατακορύφωσης της τάξης του 1%, που μπορούν να μειωθούν στο 0,3% με χρήση συγχρόνων ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου.



Εικόνα 1 - Υδραυλική αρπάγη (μπένα)



Εικόνα 2 -Υδροφρέζα



Εικόνα 3 - Αρπάγες μηχανικής λειτουργίας με συρματόσχοινο (μπένες)

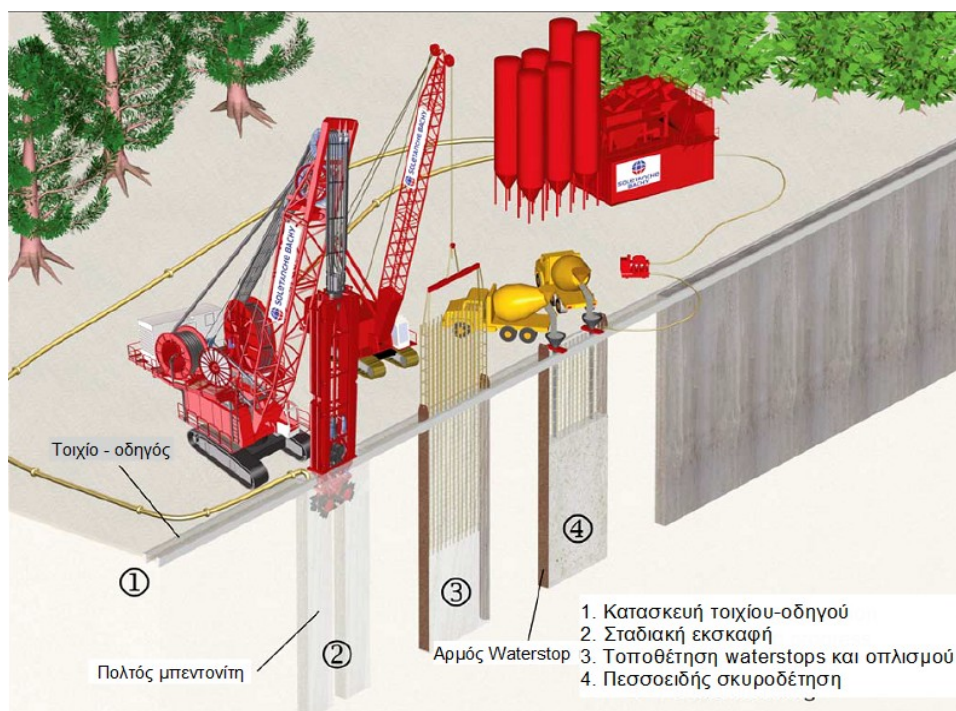


Εικόνα 4 - Ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου υδροφρέζας, με δυνατότητα περιορισμού των ανοχών κατακορύφωσης στο 0,3%

5.3 Διαδικασίες εκσκαφής

5.3.1 Γενικά

Προϋπόθεση καλής εκτέλεσης ενός διαφραγματικού τοίχου είναι η κατασκευή στην επιφάνεια ενός συνεχούς οδηγού τοίχου (συνήθως από σκυρόδεμα) που καθοδηγεί τη μπένα και εμποδίζει τόσο το αιώρημα να έχει επιφανειακές διαρροές όσο και τις καταπτώσεις. Ο οδηγός αυτός αποτελείται από 2 δοκούς, συνήθως διαστάσεων 0,25 x 1,00 m που αφήνουν μεταξύ τους κενό ίσο προς το πάχος του προβλεπόμενου διαφραγματικού τοίχου πλέον 2 έως 5 cm. Σημειώνεται ότι ο πιο πάνω οδηγός μπορεί να αποτελείται από προκατασκευασμένα μεταλλικά τεμάχια, συναρμολογούμενα επί του δαπέδου εργασίας του έργου και επαναχρησιμοποιούμενα.



Εικόνα 5 - Τυπική αλληλουχία κατασκευής διαφραγματικού τοίχου

Η διάνοιξη της τάφρου ("πετάσματος - πανέλου") του διαφραγματικού τοίχου γίνεται με τη βοήθεια μιας αρπάγης ("μπένας") που έχει ορθογωνική διατομή, πάχους συνήθως 0,60 m έως 1,20 m και πλάτους συνήθως 2,50 έως 3,00 m. Η μπένα μπορεί να είναι υδραυλική ή απλή κρεμαστή μηχανική.

Η υδραυλική μπένα αναρτάται συνήθως από ένα στέλεχος που οδηγείται από μία ειδική τράπεζα, μονταρισμένη επάνω στον κυρίως γερανό. Το στέλεχος αυτό αναρτάται από μονό συρματόσχοινο, αποτελείται δε από ένα ενιαίο ή από ένα πολλαπλό στέλεχος, τηλεσκοπικό. Τα νύχια της μπένας ανοιγοκλείνουν με υδραυλική ενέργεια.

Η μηχανική μπένα αναρτάται συνήθως με διπλό συρματόσχοινο. Από τα συρματόσχοινα αυτά, το ένα χρησιμεύει στο να ανοιγοκλείνει τα νύχια της μπένας.

Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής πρέπει να ελέγχεται συνεχώς η στάθμη του μπεντονιτικού αιωρήματος, ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια των τοιχωμάτων του σκάμματος και να μην κατεβαίνει κάτω από την στάθμη θεμελίωσης των οδηγών.

Στην περίπτωση, που λόγω της ύπαρξης ενός εγκοίλου ή λόγω υψηλής διαπερατότητας του εδάφους, υπάρξει απότομη απώλεια του σθηρικού μπεντονιτικού αιωρήματος, το σκάμμα πρέπει να συμπληρώνεται άμεσα με πρόσθετο αιώρημα. Για τον λόγο αυτό πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να υπάρχει πρόσθετο μπεντονιτικό αιώρημα αποθηκευμένο στο έργο.

Η διαδικασία εκσκαφής των πετασμάτων (ή πανέλων) ενός διαφραγματικού τοίχου, εξαρτάται από τις εδαφικές συνθήκες, το είδος του διαφραγματικού τοίχου και τον τύπο του εκσκαπτικού εργαλείου. Γενικώς δεν πρέπει να αρχίζει η εκσκαφή ενός πετάσματος πριν αποκτήσει ικανοποιητική αντοχή το γειτονικό, που έχει ήδη κατασκευαστεί.

Η διάνοιξη κάθε πετάσματος γίνεται είτε στο μήκος της μπένας (2,50 m έως 3,00 m), είτε σε μεγαλύτερο μήκος.

5.3.2 Καθαρισμός σκάμματος (απο-άμμωση μπεντονίτη)

Πριν από την τοποθέτηση οπλισμού στα οπλισμένα διαφράγματα ή πριν από τη σκυροδέτηση είναι απαραίτητος ο καθαρισμός του σκάμματος από τον "βαρύ μπεντονίτη" που περιέχει σημαντικό ποσοστό άμμου, με τη βοήθεια του κυκλώματος απο-άμμωσης. Εάν δεν ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του Πίνακα 1 "πριν από τη σκυροδέτηση", τότε πρέπει να αντικατασταθεί.

5.3.3 Προετοιμασία αρμών

Η κατασκευή των πετασμάτων μπορεί να γίνει είτε χωρίς ειδικούς αρμούς στα άκρα, είτε με ειδικούς αρμούς (στη θέση επαφής κάθε πετάσματος με το γειτονικό του) που εξασφαλίζουν μεγαλύτερη στεγανότητα.

Η τοποθέτηση των αρμών αυτών προηγείται της τοποθέτησης των οπλισμών και της σκυροδέτησης. Οι αρμοί απομακρύνονται μετά τη σκυροδέτηση, και αφού το σκυρόδεμα σκληρυνθεί αρκετά.

5.4 Διαμόρφωση και τοποθέτηση του οπλισμού

Οι οπλισμοί των διαφραγμάτων συναρμολογούνται σε σχήμα διπλής εσχάρας.

Η απαραίτητη ακαμψία της εσχάρας οπλισμών ώστε να διευκολύνεται και εξασφαλίζεται η ανύψωση με το μηχάνημα και η τοποθέτησή της μέσα στο σκάμμα της εσχάρας (βλ. εικόνες 6, 7 και 8) χωρίς απαραίδεκτες παραμορφώσεις, επιτυγχάνεται με τσιμπίσματα ορισμένων ράβδων μεταξύ τους

Κατά τη φάση αυτής της εργασίας τοποθέτησης πρέπει να προστεθούν και οι απαραίτητοι αποστατήρες (πλαστικοί ή από κόνιαμα ή χαλύβδινοι) για να εξασφαλισθεί η συμμετρική θέση των οπλισμών μέσα στο σκάμμα. Τοποθετούνται γι' αυτό ανά 3,00 m περίπου, 3 έως 4 αποστάτες, που, όταν είναι κυλινδρικοί, έχουν το επίπεδό τους κάθετο προς το επίπεδο κάθε εσχάρας.

Οι οπλισμοί δεν πρέπει να στηρίζονται στο βάθος της εκσκαφής, αλλά να αναρτώνται από τους οδηγούς τοίχους.



Εικόνες 6, 7 και 8 - Διαδικασία τοποθέτησης κλωβού οπλισμού

5.5 Σκυροδέτηση των διαφραγματικών τοίχων

Το σκυρόδεμα εγχύνεται μέσα στο σκάμμα (μετά την ολοκλήρωση της εκσκαφής) υπό το μπεντονικό αιώρημα, μέσω ενός ή δύο κατάλληλων χαλύβδινων "εμβαπτιζομένων σωλήνων" (TREMIE PIPES). Η εσωτερική διάμετρος του κάθε σωλήνα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 cm και κατά προτίμηση 25 έως 30 cm, (η διάμετρός του πρέπει να είναι τουλάχιστον έξι φορές μεγαλύτερη από τη μέγιστη διάμετρο των αδρανών του σκυροδέματος).

Συνήθως χρησιμοποιείται ένας σωλήνας σκυροδέτησης για κάθε ανεξάρτητη σχάρα οπλισμού στην περίπτωση που στο ίδιο πέτασμα διατάσσονται περισσότερες σχάρες.

Όταν για τη σκυροδέτηση ενός πετάσματος χρησιμοποιούνται δυο σωλήνες σκυροδέτησης πρέπει η στάθμη του σκυροδέματος να διατηρείται κατά το δυνατόν ή ίδια.

Η σκυροδέτηση με τη μέθοδο του εμβαπτιζόμενου σωλήνα πρέπει να ακολουθεί τους πιο κάτω κανόνες ώστε να αποφεύγεται ο διαχωρισμός ή το ξέπλυμα του σκυροδέματος:

- (1) Η πρώτη ποσότητα του διοχετευόμενου, μέσω του σωλήνα, σκυροδέματος δεν πρέπει να έλθει σε επαφή με το υγρό περιβάλλον του σκάμματος για να μην αποπλυθεί. Για τον λόγο αυτόν, ο εμβαπτιζόμενος σωλήνας τοποθετείται σε πρώτη φάση με το κάτω άκρο του σε απόσταση περίπου 10 cm από τον πυθμένα του σκάμματος.
- (2) Στη συνέχεια, μέσα στο σωλήνα τοποθετείται ένα πώμα (π.χ. μια πλαστική μπάλα) διαμέτρου μικρότερης από την εσωτερική διάμετρο του σωλήνα. Διοχετεύεται η πρώτη ποσότητα του σκυροδέματος μέσα στο σωλήνα η οποία, λόγω του βάρους της, ωθεί το πώμα (λειτουργεί ως στεγανή βαλβίδα) προς τα κάτω, και εκτοπίζει το υγρό αιώρημα.
Έτσι η πρώτη ποσότητα του σκυροδέματος, χωρίς να αποπλυθεί κατά τη διαδρομή της μέχρι τον πυθμένα του σκάμματος, έρχεται να καλύψει τον πυθμένα, μέσα δε σ' αυτήν, το άκρο του σωλήνα σκυροδέτησης προστατεύεται από την εισροή του υγρού γιατί εν τω μεταξύ ο σωλήνας έχει γεμίσει με νέα ποσότητα νωπού σκυροδέματος.
- (3) Η σκυροδέτηση συνεχίζεται όσο το δυνατό ταχύτερα, ενώ το κάτω άκρο του κάθε σωλήνα σκυροδέτησης διατηρείται μέσα στη μάζα του νωπού σκυροδέματος και τόσο βαθιά ώστε να επιτρέπει την κίνηση προς τα κάτω των διοχετευομένων ποσοτήτων μέσα στο σκάμμα. Η "πάκωση" αυτή δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 2,00 m. Το βάθος αυτό δυνατόν να μειωθεί (1,50 m) όταν η στάθμη του πετάσματος πλησιάζει στην επιφάνεια.
- (4) Η ταχύτητα ανόδου του σκυροδέματος μέσα στο σκάμμα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 3 m/h, (σε αντίθετη περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιείται επιβραδυντικό στο σκυρόδεμα).

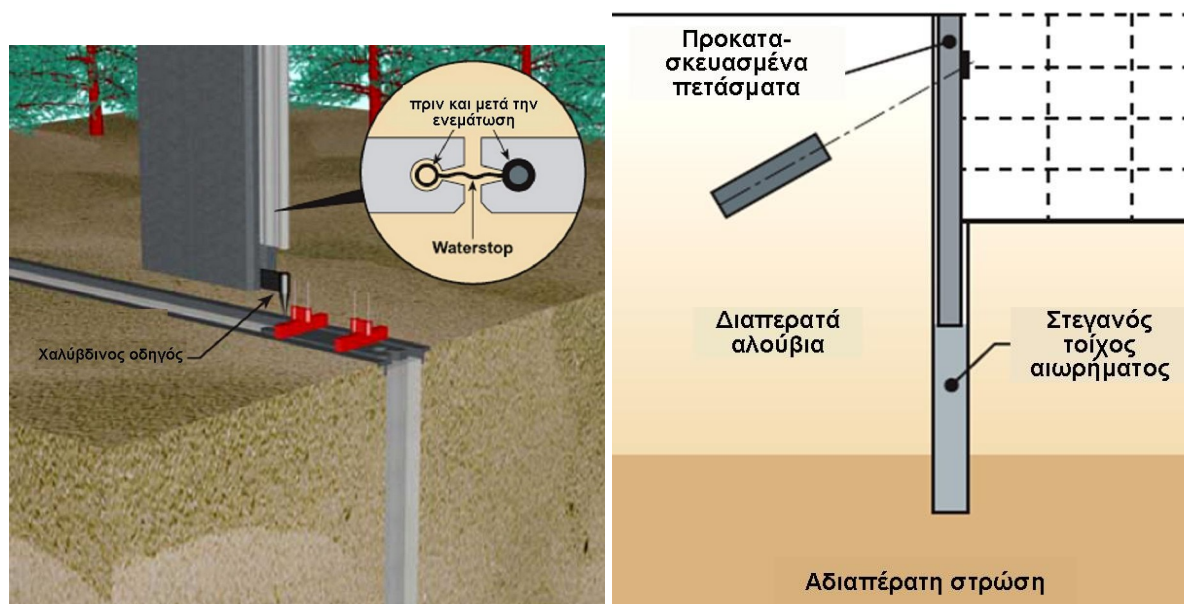
5.6 Πρόχυτοι διαφραγματικοί τοίχοι

Εναλλακτική της επί τόπου χύτευσης των διαφραγματικών τοίχων είναι η προκατασκευή των πετασμάτων και ο καταβιβασμός τους στην τάφρο, στην οποία έχει παραμείνει το μπεντονικό αιώρημα που είχε χρησιμοποιηθεί κατά την εκσκαφή της (βλ. Εικόνα 9). Ο πολτός εκτοπίζεται κατά την εμβάπτιση του στοιχείου και συλλέγεται, ενώ η ποσότητα αυτού που παραμένει στο όρυγμα εμφράζει πλήρως το διάκενο μεταξύ του προκατασκευασμένου στοιχείου και των παρειών του ορύγματος.

Η διαδικασία αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι διαχωρίζονται οι λειτουργίες της αντιστήριξης (προκατασκευασμένο στοιχείο) και της αποκοπής/απομόνωσης (πολτός).

Μεταξύ των προκατασκευασμένων στοιχείων μπορεί να τοποθετηθεί ενεματούμενη στεγανοποιητική ταινία (groutable water-stop).

Βέβαια η εφαρμογή της μεθόδου απαιτεί τη χρησιμοποίηση γερανών επαρκούς ανυψωτικής δύναμης για τον χειρισμό των στοιχείων (βάρος, μέγεθος).



Εικόνα 9 - Διαδικασία κατασκευής πρόχυτων διαφραγματικών τοίχων

6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας

Οι διαφραγματικοί τοίχοι μετά την ολοκλήρωσή τους αποτελούν αφανείς εργασίες, οπότε δεν είναι δυνατόν να διενεργηθούν έλεγχοι για την αποδοχή τους. Οι έλεγχοι πρέπει να διεξάγονται κατά όλα τα στάδια της κατασκευής τους προκειμένου να διασφαλισθεί ότι η κατασκευή ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της Μελέτης και να υπάρχει η δυνατότητα έγκαιρης λήψης διορθωτικών μέτρων, όταν αυτό απαιτείται.

Επισημαίνονται εν προκειμένω τα ακόλουθα:

Οι σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις παρέχουν τη δυνατότητα πλήρους ελέγχου της κατασκευής των διαφραγματικών τοίχων, σε όλα τα στάδια αυτής, και τη λήψη των απαραίτητων διορθωτικών μέτρων για τη διασφάλιση των απαιτήσεων σχεδιασμού.

Κατά την εκσκαφή της τάφρου: Οι υδραυλικές αρπάγες και οι υδροφρέζες παρέχουν τη δυνατότητα ελέγχου της κατακορυφότητας σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση διαφόρων αισθητήρων. Με βάση τις αναγνώσεις των αισθητήρων τα ειδικά λογισμικά που διαθέτουν τα σύγχρονα μηχανήματα δίνουν επί οθόνης τις απαραίτητες πληροφορίες στον χειριστή για να προχωρήσει στις απαιτούμενες διορθωτικές ενέργειες, ή επενεργούν απ' ευθείας επί των υδραυλικών συστημάτων του μηχανήματος μέσω διατάξεων αυτοματισμού.

Επιπρόσθετα, σήμερα είναι διαθέσιμα και ηχοβολιστικά συστήματα (sonars) για τον έλεγχο της γεωμετρικής ακρίβειας της εκσκαφής.

Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής της τάφρου πρέπει να ελέγχονται τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του μεντονιτικού αιωρήματος σταθεροποίησης και να καθαρίζεται από τα προϊόντα εκσκαφής που ενσωματώνονται στη μάζα του προτού ανακυκλωθεί στην τάφρο.

Κατά τη σκυροδέτηση: Πρέπει να παρακολουθείται η ποσότητα του σκυροδέματος που διοχετεύεται στην τάφρο, για τον έλεγχο τυχόν εγκλωβισμού μπετονιτικού αιωρήματος στη μάζα του σκυροδέματος. Παράλληλα πρέπει να γίνεται λήψη δοκιμών για τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος.

Η ποιότητα του επί τόπου σκληρυμένου σκυροδέματος μπορεί σήμερα να ελεγχθεί με ηχοβολιστικές μεθόδους (sonic testing).

Κατά την εκσκαφή του ορύγματος εμπρός από τον τοίχο:

Η συμπεριφορά του διαφραγματικού τοίχου, των όπισθεν αυτού γαιών και των γειτονικών κατασκευών κατά τη διάρκεια των εκσκαφών μπορεί να ελέγχεται ως εξής:

- (1) Με κλισιόμετρα εγκατεστημένα στον διαφραγματικό τοίχο
- (2) Με παραμορφωσίμετρα και καθιζήσιμετρα εγκατεστημένα στο υποστηριζόμενο έδαφος
- (3) Με τοπογραφικούς μάρτυρες εγκατεστημένους στον τοίχο και τα γειτονικά κτίρια.

Τα στοιχεία των μετρήσεων πρέπει να εισάγονται σε κατάλληλα προγράμματα Η/Υ για την παρακολούθηση της εξέλιξης των παραμορφώσεων του τοίχου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εκσκαφών του ορύγματος.

Για την αποδοχή του τελειωμένου διαφραγματικού τοίχου πρέπει να χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του Μητρώου και τα στοιχεία του φακέλου Ποιοτικού Ελέγχου.

7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

7.1 Εισκόμιση και αποκόμιση εξοπλισμού

Η επιμέτρηση, γίνεται σε τεμάχια εισκόμισης - αποκόμισης του συνόλου του μηχανικού εξοπλισμού που απαιτείται για την κατασκευή του διαφραγματικού τοίχου σε κάθε διακριτό τεχνικό έργο.

Ως διακριτό τεχνικό έργο θεωρείται, κάθε ανεξάρτητος τοίχος ή ομάδα παρακείμενων τοίχων. Ενδιάμεσες αποκομίσεις και εισκομίσεις του μηχανικού εξοπλισμού πριν από την ολοκλήρωση των εργασιών δεν επιμετρώνται.

Στις ως άνω επιμετρούμενες εργασίες περιλαμβάνονται:

- (1) Η διάθεση του απαραίτητου εξοπλισμού με όλα τα εξαρτήματα ή/και εργαλεία
- (2) Η εισκόμιση (από οποιαδήποτε απόσταση) του εξοπλισμού με όλα τα εξαρτήματα ή και εργαλεία, η θέση σε κατάσταση λειτουργικής ετοιμότητας και η απομάκρυνσή του μετά το πέρας των εργασιών
- (3) Η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- (4) Οι ενδιάμεσες αποκομίσεις και εισκομίσεις του μηχανικού εξοπλισμού πριν από την ολοκλήρωση των εργασιών

7.2 Κατασκευή οδηγών τοίχων

Η επιμέτρηση των οδηγών τοίχων του διαφραγματικού τοίχου γίνεται χωριστά για τις επιμέρους εργασίες ήτοι την αρχική εκσκαφή, τη σκυροδέτηση των τοίχων ή τη χρήση μεταλλικών στοιχείων και την πιθανή εσωτερική αντιστήριξη, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στη Μελέτη και τα Συμβατικά Τεύχη του Έργου.

7.3 Εκσκαφή του διαφραγματικού τοίχου

Η επιμέτρηση, διαφραγματικού τοίχου γίνεται σε τετραγωνικά μέτρα επιφάνειας προβολής εκσκαφής από το δάπεδο εργασίας μέχρι το τελικό βάθος της αιχμής, αναλόγως του πάχους του, ή σε αντίστοιχο όγκο εκσκαπτομένου γεωυλικού με βάση τις θεωρητικές γραμμές της Μελέτης, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στα Συμβατικά Τεύχη του Έργου.

Στις ως άνω επιμετρούμενες εργασίες περιλαμβάνονται:

- (1) Η προμήθεια και μεταφορά επί τόπου όλων των απαραίτητων υλικών, μικροϋλικών και αναλώσιμων για την πλήρωση του σκάμματος (μπεντονιτικό αιώρημα πολυμερή ή άλλα σθηρική υγρά)
- (2) Ο καθαρισμός και εμπλουτισμός του υλικού πλήρωσης του σκάμματος
- (3) Η φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- (4) Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την εκσκαφή του διαφραγματικού τοίχου
- (5) Η τοποθέτηση και εξαγωγή των στοιχείων διαμόρφωσης αρμών που πιθανώς να απαιτούνται
- (6) Η φορτοεκφόρτωση, μεταφορά σε οποιαδήποτε απόσταση, διάστρωση των ακατάλληλων για χρήση ή χρήση των κατάλληλων, προϊόντων εκσκαφής

7.4 Κατασκευή και τοποθέτηση των κλωβών οπλισμού

Η επιμέτρηση του σιδηρού οπλισμού του διαφραγματικού τοίχου, γίνεται σύμφωνα με τις προβλέψεις της Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00.

7.5 Σκυροδέτηση του διαφραγματικού τοίχου

Η επιμέτρηση του σκυροδέματος γίνεται σε κυβικά μέτρα θεωρητικού όγκου του σκάμματος με βάση το πλάτος και βάθος του που καθορίζονται στη Μελέτη (διατομή Μελέτης).

Η επιμέτρηση μπορεί να διακρίνεται ανάλογα με το είδος του υλικού πλήρωσης του σκάμματος:

- α) Σκληρυνόμενο αιώρημα τσιμέντου/μπεντονίτη
- β) Σκυρόδεμα
- γ) Προκατασκευασμένα πετάσματα.

Στις ως άνω επιμετρούμενες εργασίες περιλαμβάνονται:

- (1) Η προμήθεια όλων των απαραίτητων υλικών μικροϋλικών και αναλώσιμων
- (2) Τα χρησιμοποιούμενα πρόσθετα ή και πρόσμικτα που προβλέπονται στην εγκεκριμένη μελέτη συνθέσεως του σκυροδέματος
- (3) Η παραγωγή του απαιτούμενου σκληρυνόμενου αιωρήματος ή σκυροδέματος ή εναλλακτικά η προμήθεια ετοιμού αιωρήματος ή σκυροδέματος, από οποιαδήποτε απόσταση
- (4) Η σκυροδέτηση του προκατασκευασμένου πετάσματος με όλες τις συνοδές εργασίες και δράσεις για την έντευξη και αποδεκτή διαμόρφωσή του (π.χ. συντήρηση, πλάγιες μεταφορές)
- (5) Η μεταφορά από οποιαδήποτε απόσταση και προσωρινή αποθήκευση στο έργο των προκατασκευασμένων πετασμάτων
- (6) Η προετοιμασία των απαραίτητων διατάξεων και δαπέδων εργασίας κλπ.
- (7) Φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- (8) Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για τη σκυροδέτηση διαφράγματος
- (9) Η διάθεση του απαραίτητου προσωπικού και εξοπλισμού για την τοποθέτηση των προκατασκευασμένων πετασμάτων
- (10) Ο καθαρισμός της κεφαλής και της αποκαλυπτόμενης επιφάνειας του διαφράγματος
- (11) Η πραγματοποίηση των απαιτούμενων δοκιμών και ελέγχων σύμφωνα με την παρούσα, καθώς η λήψη διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

Παράρτημα Α (πληροφοριακό)

Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος

A.1 Γενικά

Κατά την εκτέλεση των εργασιών πρέπει να τηρούνται οι κείμενες διατάξεις περί Μέτρων Ασφαλείας και Υγείας Εργαζομένων, οι δε εργαζόμενοι να είναι εφοδιασμένοι με τα κατά περίπτωση απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ), τα οποία πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού 2016/425 ΕΕ.

Πρέπει επίσης να τηρούνται αυστηρά τα καθοριζόμενα στα εγκεκριμένα ΣΑΥ/ΦΑΥ του Έργου, σύμφωνα με τις Υπουργικές Αποφάσεις ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) και ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001).

A.2 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

- i. Κατά τη μεταφορά, απόθεση και διακίνηση των υλικών, όπου ισχύουν όλες οι διαδικασίες χρήσης ανυψωτικών μηχανημάτων.
- ii. Ειδικότερα λόγω χρήσης βαρέων μηχανημάτων στη φάση της εκσκαφής, ανύψωσης και τοποθέτησης των σχαρών οπλισμού θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας
- iii. Πιθανές μετακινήσεις εδάφους και όμορων κατασκευών
- iv. Μόλυνση του περιβάλλοντος από τον μπετονίτη.
- v. Κίνδυνος από τη διακίνηση βαριών αντικειμένων.
- vi. Εργασία σε συνθήκες θορύβου.

A.3 Μέτρα υγείας και ασφάλειας

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς την Οδηγία 92/57/ΕΕ, στις «Ελάχιστες Απαιτήσεις Υγείας και Ασφάλειας Προσωπικών και Κινητών Εργοταξίων» (όπως ενσωματώθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία με το Π.Δ. 305/96) και προς την Ελληνική Νομοθεσία περί υγείας και ασφάλειας (Π.Δ. 17/96, Π.Δ. 159/99 κλπ).

Γενικώς συνιστάται να χρησιμοποιούνται μέσα προστασίας από τοξικές αναθυμιάσεις όταν απαιτείται, σύμφωνα με τις οδηγίες του παραγωγού των υλικών.

Ο απαιτούμενος για την εκτέλεση των έργων μηχανικός εξοπλισμός πρέπει να είναι επαρκώς συντηρημένος, σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων κατασκευής και να επιθεωρείται από τεχνικούς του Αναδόχου προκειμένου να διαπιστωθεί ότι τα συστήματα που άπτονται άμεσα της ασφάλειας λειτουργούν ικανοποιητικά.

Οι μπένες θα ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της σειράς Προτύπου ΕΛΟΤ EN 16228 (μέρη-1,-2,-3,-4,-5,-6, και -7).

Όταν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες, απαιτείται λήψη προστατευτικών μέτρων κατά περίπτωση, από το προσωπικό εκτέλεσης των εργασιών, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα στο Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας Υλικού του εκάστοτε παραγωγού των υλικών (Material Safety Data Sheet, MSDS).

Οι εργαζόμενοι πρέπει να είναι εφοδιασμένοι με τα απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ), ανάλογα με το αντικείμενο και τη θέση των προς εκτέλεση εργασιών καθώς και τον τύπο του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Τα ΜΑΠ πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση, χωρίς φθορές, να φέρουν σήμανση CE και Δήλωση Συμμόρφωσης σύμφωνα με τις διατάξεις του καν. (ΕΕ) 2016/425 και να εμπίπτουν στα ακόλουθα Πρότυπα:

Πίνακας Α.1 – Απαιτήσεις για τα ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτρώμασκες για προστασία έναντι σωματιδίων - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση	ΕΛΟΤ EN 149
Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 1: Ωτοασπίδες	ΕΛΟΤ EN 352-1
Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 2: Ωτοβύσματα	ΕΛΟΤ EN 352-2
Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων	ΕΛΟΤ EN 388
Βιομηχανικά κράνη ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN 397
Προστατευτική ενδυμασία - Γενικές απαιτήσεις	ΕΛΟΤ EN ISO 13688
Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN ISO 20345

Βιβλιογραφία

- [1] ΚΤΣ 2016, *Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος, έκδοση 2016*
- [2] Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α/91) 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.
- [3] Π.Δ 397/94 (ΦΕΚ 221/Α/94), *Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ.*
- [4] Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/9), *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.*
- [5] 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)*
- [6] 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).*
- [7] Π.Δ.338/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001), *Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες.*
- [8] Κανονισμός (ΕΕ) 2016/425 ,του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9ης Μαρτίου 2016 σχετικά με τα μέσα ατομικής προστασίας και για την κατάργηση της οδηγίας 89/686/ΕΟΚ του Συμβουλίου
- [9] ΥΑ 269357/01-09-2022, *Αδρανή υλικά τα οποία προορίζονται για χρήση στα δημόσια έργα (Β' 4823).*