
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-14-00:2023

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ HELLENIC TECHNICAL SPECIFICATION



Ενισχύσεις - αποκαταστάσεις κατασκευών από σκυρόδεμα και τοιχοποιία με μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Strengthening or retrofitting of concrete and masonry structures with sprayed concrete jackets

Κλάση τιμολόγησης: 13

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή αναθεωρεί και αντικαθιστά την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-14-00:2009.

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 1501-14-01-14-00 εγκρίθηκε την 2023-03-24 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.....	7
4 Απαιτήσεις.....	7
4.1 Γενικά.....	7
4.2 Απαιτήσεις για τα ενσωματούμενα υλικά.....	8
4.3 Απαιτήσεις για το προσωπικό.....	10
4.4 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό εκτόξευσης.....	10
4.5 Απαιτήσεις για τη μεταφορά, φορτοεκφόρτωση και αποθήκευση υλικών.....	11
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών.....	11
5.1 Γενικά.....	11
5.2 Προετοιμασία επιφάνειας διάστρωσης.....	11
5.3 Ανάμιξη.....	13
5.4 Μεταφορά και προώθηση μίγματος.....	15
5.5 Εκτόξευση σκυροδέματος.....	15
5.6 Διαμόρφωση τελικής επιφάνειας.....	19
5.7 Συντήρηση και προστασία.....	19
6 Κριτήρια αποδοχής τελειωμένης εργασίας.....	20
6.1 Οπτικός έλεγχος.....	20
6.2 Γεωμετρικός έλεγχος.....	20
6.3 Μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος / Εργοταξιακός έλεγχος στο πεδίο.....	21
6.4 Εργαστηριακός έλεγχος.....	21
6.5 Επανέλεγχοι – διορθωτικά μέτρα.....	25
6.6 Υποχρέωση εφαρμογής ελέγχων.....	26
7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών.....	26
Παράρτημα Α (πληροφοριακό) Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος.....	28
Βιβλιογραφία.....	31

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.

Ενισχύσεις - αποκαταστάσεις κατασκευών από σκυρόδεμα και τοιχοποιία με μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος

1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής, είναι ο καθορισμός των απαιτήσεων για την εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Ε.Σ.) με την ξηρή ή την υγρή μέθοδο, σε έργα επεμβάσεων (επισκευών - ενισχύσεων), σε δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα ή τοιχοποιία.

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 934-5	<i>Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 5: Admixtures for sprayed concrete - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 5: Πρόσθετα εκτοξευόμενου 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 12390-8	<i>Testing hardened concrete - Part 8: Depth of penetration of water under pressure -- Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 8: Βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση</i>
ΕΛΟΤ EN 12504-1	<i>Testing concrete in structures - Part 1: Cored specimens - Taking, examining and testing in compression -- Δοκιμές σκυροδέματος σε κατασκευές - Μέρος 1: Δοκίμια πυρήνων - Λήψη, εξέταση και δοκιμή σε θλίψη</i>

ΕΛΟΤ EN 12504-4	<i>Testing concrete in structures - Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity -- Δοκιμές σκυροδέματος στις κατασκευές - Μέρος 4: Προσδιορισμός της ταχύτητας μετάδοσης του ήχου με υπέρηχους</i>
ΕΛΟΤ EN 12620	<i>Aggregates for concrete -- Αδρανή για σκυρόδεμα</i>
ΕΛΟΤ EN 14487-1	<i>Sprayed concrete - Part 1: Definitions, specifications and conformity -- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα - Μέρος 1: Ορισμοί, προδιαγραφές και συμμόρφωση</i>
ΕΛΟΤ EN 14487-2	<i>Sprayed concrete - Part 2: Execution -- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα - Μέρος 2: Εκτέλεση εργασιών</i>
ΕΛΟΤ EN 14488-1	<i>Testing sprayed concrete - Part 1 : Sampling fresh and hardened concrete -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Δειγματοληψία νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος</i>
ΕΛΟΤ EN 14488-3	<i>Testing sprayed concrete - Part 3: Flexural strengths (first peak, ultimate and residual) of fibre reinforced beam specimens -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 3: Αντοχές σε κάμψη (πρώτη κορυφή, μέγιστη και παραμένουσα) ινοπλισμένων δοκιμών μορφής δοκού</i>
ΕΛΟΤ EN 14488-4	<i>Testing sprayed concrete - Part 4: Bond strength of cores by direct tension -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 4: Αντοχή συνάφειας με άμεσο εφελκυσμό πυρήνων</i>
ΕΛΟΤ EN 14488-5	<i>Testing sprayed concrete - Part 5: Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 5: Προσδιορισμός της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας ινοπλισμένων επίπεδων δοκιμών</i>
ΕΛΟΤ EN 14488-6	<i>Testing sprayed concrete - Part 6: Thickness of concrete on a substrate -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 6: Πάχος σκυροδέματος επί υποστρώματος</i>
ΕΛΟΤ EN 14488-7	<i>Testing sprayed concrete - Part 7: Fibre content of fibre reinforced concrete -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 7: Περιεκτικότητα σε ίνες σκυροδέματος ενισχυμένου με ίνες</i>
ΕΛΟΤ EN 14889-1	<i>Fibres for concrete - Part 1: Steel fibres - Definitions, specifications and conformity -- Ίνες για σκυρόδεμα - Μέρος 1: Χαλύβδινες ίνες - Ορισμοί, προδιαγραφές και συμμόρφωση</i>
ΕΛΟΤ EN 14889-2	<i>Fibres for concrete - Part 2: Polymer fibres - Definitions, specifications and conformity -- Ίνες για σκυρόδεμα - Μέρος 2: Πολυμερικές ίνες - Ορισμοί, προδιαγραφές και συμμόρφωση</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-01-02	<i>Preparation of concrete surfaces prior to repairing and/or strengthening works -- Προετοιμασία επιφάνειας σκυροδέματος για επεμβάσεις επισκευών - ενισχύσεων</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-09-01	<i>Surface cleaning of exposed steel reinforcement bars -- Καθαρισμός επιφανείας αποκαλυφθέντων χαλύβδινων οπλισμών</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-12-01	<i>Placement of dowels in concrete elements -- Τοποθέτηση βλήτρων σε στοιχεία από σκυρόδεμα</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-01-02	<i>Clearing of masonry surface -- Καθαρισμός επιφάνειας τοιχοποιίας</i>

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-01-03	<i>Widening of masonry joints -- Διεύρυνση αρμών τοιχοποιίας</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-09-01	<i>Masonry strengthening with unilateral layer of reinforced concrete -- Ενίσχυση υπάρχουσας τοιχοποιίας με μονόπλευρη στρώση οπλισμένου σκυροδέματος</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-09-02	<i>Masonry strengthening with bilateral layer of reinforced concrete -- Ενίσχυση υπάρχουσας τοιχοποιίας με αμφίπλευρη στρώση οπλισμένου σκυροδέματος.</i>

3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

3.1 Ξηρή μέθοδος παραγωγής εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Η ξηρή μέθοδος είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο και αδρανή αναμιγνύονται επαρκώς και τροφοδοτούνται σε μία ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα υπόκειται σε πίεση και μεταφέρεται πνευματικά, με ρεύμα πεπιεσμένου αέρα, μέσω σωληνώσεων, σε ένα ακροφύσιο. Στο ακροφύσιο προστίθεται το νερό δια ψεκασμού, με ελεγχόμενη ποσότητα από τον χειριστή και κατάλληλο επιταχυντικό πρόσθετο (εφόσον προβλέπεται) και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει ίνες ή άλλα πρόσμικτα υλικά.

3.2 Υγρή μέθοδος παραγωγής εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Η υγρή μέθοδος είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο, αδρανή και νερό αναμιγνύονται σε κατάλληλο αναμικτήρα και τροφοδοτούνται σε μια ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων είτε πνευματικά είτε συνηθέστερα με άντληση σε ένα ακροφύσιο στο οποίο προστίθεται το επιταχυντικό πρόσθετο και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα προς τη θέση σκυροδέτησης. Όπως και στην ξηρή ανάμιξη το μίγμα μπορεί να περιέχει ίνες ή άλλα πρόσμικτα υλικά.

4 Απαιτήσεις

4.1 Γενικά

Οι εργασίες εφαρμογής εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Ε.Σ.) διέπονται από τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 14487-1 και ΕΛΟΤ EN 14487-2 (προδιαγραφές, συμμόρφωση και εκτέλεση εργασιών, αντίστοιχα), η δε δειγματοληψία νωπού και σκληρυμένου Ε.Σ. από το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-1.

Τα προς ενσωμάτωση υλικά και συγκεκριμένα το τσιμέντο, τα αδρανή του σκυροδέματος, τα πρόσθετα του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, και οι ίνες (χαλύβδινες ή από πολυπροπυλένιο) πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των εναρμονισμένων προτύπων ΕΛΟΤ EN 197-1, ΕΛΟΤ EN 12620, ΕΛΟΤ EN 934-5, ΕΛΟΤ EN 14889-1 και ΕΛΟΤ EN 14889-2, αντίστοιχα, και υποχρεωτικά:

- α) φέρουν σήμανση CE και
- β) συνοδεύονται από δήλωση επιδόσεων βάσει του κατ' εξουσιοδότηση κανονισμού (ΕΕ) 574/2014 και δελτία δεδομένων ασφαλείας σύμφωνα με τις διατάξεις του κανονισμού (ΕΚ) 1907/2006, όπου απαιτείται.

Επιπρόσθετα, τα τσιμέντα, οι χαλύβδινες και οι πολυμερικές ίνες υποχρεωτικά συνοδεύονται από πιστοποιητικό σταθερότητας της επίδοσης, ενώ τα αδρανή υλικά [14] και τα πρόσθετα σκυροδέματος υποχρεωτικά συνοδεύονται από πιστοποιητικά 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.

Οι επιδόσεις που αναγράφονται στη σήμανση CE και στη δήλωση επιδόσεων για τα προς ενσωμάτωση υλικά πρέπει να ακολουθούν τις απαιτήσεις της Μελέτης και τις προδιαγραφές του Έργου. Οι απαιτήσεις της

Μελέτης και οι προδιαγραφές του Έργου πρέπει να συνάδουν με τις επιδόσεις των ουσιαστών χαρακτηριστικών του παραρτήματος ΖΑ των εναρμονισμένων προτύπων ΕΛΟΤ EN 197-1, ΕΛΟΤ EN 12620, ΕΛΟΤ EN 934-5, ΕΛΟΤ EN 14889-1 και ΕΛΟΤ EN 14889-2.

Πριν από την έναρξη των εργασιών, πρέπει να εκτελείται δοκιμαστική εκτόξευση Ε.Σ. για να ελέγχεται η ικανότητα του προσωπικού και ειδικότερα του χειριστή του ακροφυσίου για την έντεχνη εκτέλεση της εργασίας. Αρμόδια για τον παραπάνω έλεγχο είναι η Επίβλεψη του Έργου και ως οδηγός μπορεί να χρησιμοποιείται η σχετική έκθεση ACI 506.3R-91 [3].

Η επίβλεψη των εργασιών πρέπει να γίνεται από διπλωματούχο Πολιτικό Μηχανικό πενταετούς τουλάχιστον εμπειρίας. Καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών πρέπει να βρίσκεται επί τόπου Πολιτικός Μηχανικός ή Τεχνολόγος Πολιτικός Μηχανικός ή Εργοδηγός με αποδεδειγμένη πενταετή εμπειρία σε έργα που έχει χρησιμοποιηθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα η οποία πρέπει να αποδεικνύεται με βιογραφικά σημειώματα ή βεβαιώσεις εργοδοτών.

4.2 Απαιτήσεις για τα ενσωματούμενα υλικά

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα συντίθεται από τσιμέντο, λεπτόκοκκα (ή και χονδρόκοκκα) αδρανή και νερό, μπορεί να περιλαμβάνει πρόσμικτα υλικά όπως ιπτάμενη τέφρα, σκωρία υψικαμίνων, πυριτική παιπάλη, λοιπά οξείδια του πυριτίου και βελτιωτικά πρόσθετα υλικά όπως επιταχυντικά πήξης και σκλήρυνσης, πρόσθετα για αύξηση της πρόσφυσης, θιξοτροπικά πρόσθετα που εμποδίζουν το «κρέμασμα» του υλικού, κ.α. Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μπορεί επιπροσθέτως να είναι οπλισμένο με χαλύβδινες ή πλαστικές ίνες ή ίνες από γυαλί.

Τα ως άνω υλικά που ενσωματώνονται πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις των ισχυόντων Προτύπων.

4.2.1 Τσιμέντο

Το χρησιμοποιούμενο για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα τσιμέντο πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 197-1.

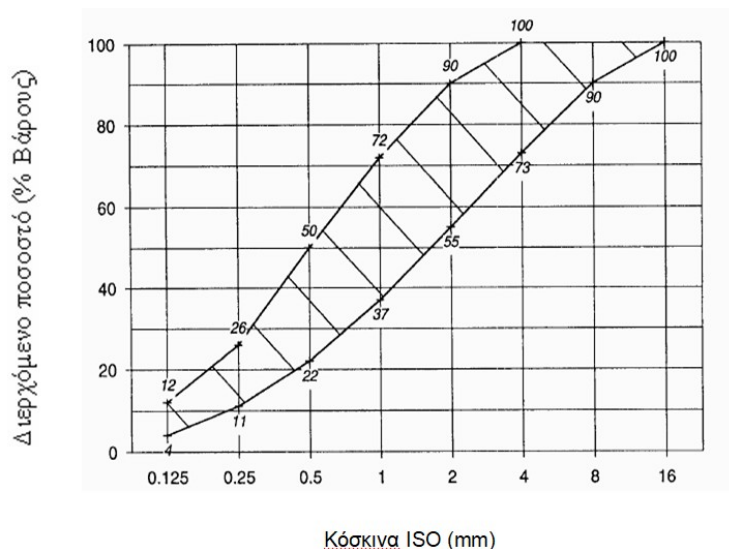
4.2.2 Νερό

Το νερό ανάμιξης και συντήρησης πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις το προτύπου ΕΛΟΤ EN 1008.

4.2.3 Αδρανή υλικά εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Τα αδρανή πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρ. Β 1.3 του ΚΤΣ-2016. Η κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών πρέπει να είναι σύμφωνη με τα όρια που προδιαγράφονται στη μελέτη σύνθεσης. Όταν τα παραπάνω στοιχεία απουσιάζουν, το μίγμα πρέπει να επιλέγεται με μέγιστο κόκκο 12 mm ενώ το κλάσμα των αδρανών με κόκκο μεγαλύτερο από 8 mm δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 10%. Επιπροσθέτως, το μίγμα των αδρανών πρέπει να βρίσκεται εντός της σκιασμένης περιοχής που δίνεται στο διάγραμμα 1.

Όταν χρησιμοποιείται η τεχνική της ξηρής ανάμιξης, το ανώτερο τμήμα της παραπάνω περιοχής είναι καταλληλότερο ενώ η περιεκτικότητα των αδρανών σε νερό (φυσική υγρασία) πρέπει να είναι μικρότερη από 6% του βάρους των αδρανών.



Διάγραμμα 1 - Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης αδρανών για χρήση σε Ε.Σ.
(EFNARC, www.efnarc.org)

4.2.4 Ίνες

Στην περίπτωση του ινοπλισμένου Ε.Σ. το υλικό των ινών μπορεί να είναι από χάλυβα, πολυπροπυλένιο, πολυμερές ή γυαλί.

Το μήκος των ινών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 50 mm και το 70% της εσωτερικής διαμέτρου των σωλήνων που χρησιμοποιούνται, εκτός αν αποδειχθεί από επί τόπου δοκιμές ότι δεν δημιουργείται πρόβλημα στην εκτόξευση και διάστρωση του υλικού.

Το είδος και η ποσότητα των ινών προβλέπεται στη Μελέτη σύνθεσης.

Το συνιστώμενο μήκος χαλύβδινων ινών είναι 25-35 mm. Για άλλα είδη ινών τα κριτήρια αποδοχής τους πρέπει να προδιαγράφονται στη Μελέτη.

4.2.5 Πρόσθετα και πρόσμικτα σκυροδεμάτων

Στην παρασκευή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν βελτιωτικά πρόσμικτα, όπως ιπτάμενη τέφρα, σκωρία υψικαμίνων, πυριτική παιπάλη και λοιπά οξειδία του πυριτίου και πρόσθετα, όπως επιταχυντικά πήξης και σκλήρυνσης, πρόσθετα για την μείωση ή εξουδετέρωση της συστολής ξήρανσης ή για αύξηση της πρόσφυσης, θιξοτροπικά πρόσθετα που εμποδίζουν το «κρέμασμα» (Sagging) του υλικού, κ.α.) υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στην παρ. Β.1.5 του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος. Πάντως η προσθήκη ιπτάμενης τέφρας ή σκωρίας υψικαμίνων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 30% του βάρους του καθαρού τσιμέντου (Portland) ενώ το αντίστοιχο όριο για τα οξειδία πυριτίου είναι 15%.

4.2.6 Ασβεστόχος ιπτάμενη τέφρα (ΙΤ)

Στην Ελλάδα προέρχεται από τους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της περιοχής Μεγαλόπολης και Πτολεμαΐδας και είναι ασβεστόχου βάσης (calcareous). Δεδομένου ότι η παραγωγή των σταθμών αυτών δεν είναι σταθερή και δεν υπάρχει μέχρι στιγμής Ελληνικό ή Ευρωπαϊκό Πρότυπο για τα υλικά αυτά, παρά μόνον η Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή "Ελληνικές Ιπτάμενες Τέφρες" που εγκρίθηκε με την Απόφαση αριθ. ΔΙΠΑΔ/οικ. 281/Φ200 ([ΦΕΚ 551/Β/18-4-2007](#)), είναι αναγκαίο κατά την προετοιμασία της κατασκευής να εξασφαλισθεί ικανή ποσότητα τέφρας από τον ίδιο σταθμό παραγωγής με σταθερά χαρακτηριστικά. Η ιπτάμενη τέφρα δεν είναι απαραίτητο να είναι κατεργασμένη, αντιθέτως πρέπει να επιδιώκεται να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό ελεύθερου CaO, το οποίο είναι και το πλέον δραστικό συστατικό της.

4.3 Απαιτήσεις για το προσωπικό

Ο αριθμός των εμπλεκόμενων στη διαδικασία εκτόξευσης πρέπει να είναι επαρκής για την απρόσκοπτη τροφοδοσία των υλικών στον αναμικτήρα, τον έλεγχο της επιφάνειας του στοιχείου πριν και κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης και τα τυχόν τελειώματα.

Ο χειριστής του ακροφυσίου της εκτόξευσης πρέπει να διαθέτει αποδεδειγμένη εμπειρία από προηγούμενα έργα, είτε πιστοποιητικό εκπαίδευσης στην εν λόγω διαδικασία διάστρωσης.

Η απαίτηση αυτή ικανοποιείται με βεβαίωση όπως το ακόλουθο παράδειγμα:

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟΥ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο Χειριστή:

A.M. Ασφαλιστικού Φορέα χειριστή:

Έργο:

Ανάδοχος:

Κατασκευαστής:

Χρονικό διάστημα εκτέλεσης των εργασιών Ε.Σ.:

Μέθοδος παραγωγής : Ξηρή Ανάμιξη – Υγρή Ανάμιξη

Χρόνος εργασίας στο Έργο ως χειριστή ακροφυσίου (ώρες):

Ποσότητα Ε.Σ. που εκτοξεύτηκε από τον χειριστή (m³ κατά προσέγγιση):

Αξιολόγηση ικανότητας χειριστή από την επί τόπου εργασία

ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΗ	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΡΙΣΤΗ

Παρατηρήσεις:

Ημερομηνία:

4.4 Απαιτήσεις για τον εξοπλισμό εκτόξευσης

Πριν από την εκτόξευση, πρέπει να γίνεται έλεγχος του εξοπλισμού. Ο εξοπλισμός εκτόξευσης πρέπει να είναι σε άρτια λειτουργική κατάσταση, ώστε:

- Το κύκλωμα εισπίεσης να δουλεύει με σταθερή και αδιάκοπτη λειτουργία και να μην επιτρέπει την παρείσφρηση λαδιού στο εκτοξευόμενο υλικό
- Η διαδικασία ανάμιξης στο ακροφύσιο να μην διαχωρίζει το υλικό κατά την εκτόξευση.
- Να παρεμβάλλεται σίτα διαχωρισμού ινών στην τροφοδοσία για την περίπτωση αυξημένης περιεκτικότητας σε ίνες στο εκτοξευόμενο μείγμα.
- Οι σωλήνες εισπίεσης να μην κατακρατούν λόγω εναπόθεσης το τσιμεντοκονίαμα.
- Οι βραχίονες ανάρτησης – στήριξης να είναι πλήρως λιπασμένοι ώστε να κινούνται με ευχέρεια.
- Να υπάρχει επάρκεια υλικού στις δεξαμενές υγρών και δοχεία στερεών.
- Όλες οι παροχές αέρα υπό πίεση να είναι πλήρως καθαρές από εμπόδια και εναποθέσεις.

4.5 Απαιτήσεις για τη μεταφορά, φορτοεκφόρτωση και αποθήκευση υλικών

Η μεταφορά, φορτοεκφόρτωση και αποθήκευση των υλικών γίνεται με συνήθεις διαδικασίες. Το τσιμέντο και τα πρόσθετα υλικά πρέπει να φυλάσσονται σε ξηρό περιβάλλον. Υλικά που διατίθενται σε κλειστές συσκευασίες πρέπει να χρησιμοποιούνται άμεσα όταν ανοίγει η συσκευασία εκτός αν διαφορετικά προδιαγράφεται από τον παραγωγό.

Η μέγιστη θερμοκρασία του τσιμέντου στον χώρο αποθήκευσης του (σιλό ανάμιξης ή αλλού) δεν πρέπει να ξεπερνά τους 70 °C. Κατά τον χρόνο ανάμιξης του μίγματος, η θερμοκρασία του πρέπει να είναι μικρότερη από 50 °C.

Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες για τα πρόσθετα προδιαγράφονται από τον παραγωγό τους.

5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

5.1 Γενικά

Πριν από την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας πρέπει να ελέγχεται εάν ο χώρος είναι ελεύθερος, αν έχουν ληφθεί τα μέτρα υποστήλωσης που προβλέπονται στη Μελέτη του έργου και τον κανονισμό κατεδαφίσεων, και έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα ασφαλείας που αναφέρονται στο Παράρτημα Α της παρούσας.

Επίσης ελέγχεται ότι έχει γίνει η διακοπή όλων των παροχών στα δίκτυα που τυχόν διέρχονται από την περιοχή της επέμβασης.

Στο τέλος κάθε ημέρας εργασίας, το ανακλούμενο και το υπερψεκαζόμενο υλικό και άλλα τυχόν άχρηστα υλικά πρέπει να απομακρύνονται και συγκεντρώνονται στις θέσεις φόρτωσης. Όλα τα δάπεδα εργασίας και οι διάδρομοι πρέπει να παραμένουν καθαροί, απαλλαγμένοι από μπάζα καθ' όλο το διάστημα της ημέρας.

Ο εξοπλισμός τον οποίο πρέπει να διαθέτει το συνεργείο επισκευής για την άρτια εκτέλεση της εργασίας εξαρτάται από την μέθοδο που θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του Ε.Σ.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση της εργασίας εξαρτάται από:

- τις συνθήκες εκτέλεσης της εργασίας.
- τις ειδικότερες απαιτήσεις της Μελέτης.

Σε κάθε περίπτωση η εκτόξευση σκυροδέματος γίνεται στο προβλεπόμενο από τη Μελέτη πάχος, στις προβλεπόμενες από τη Μελέτη θέσεις και μετά από κατάλληλη προετοιμασία της επιφάνειας πρόσπτωσης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Μελέτης και της παρούσας, και αφού προηγηθεί έλεγχος ότι οι τυχόν απαιτούμενοι νέοι οπλισμοί καθώς και βλήτρα σύνδεσης με το υπόβαθρο, είναι σύμφωνα με τη Μελέτη.

5.2 Προετοιμασία επιφάνειας διάστρωσης

Η επιφάνεια εφαρμογής του Ε.Σ. πρέπει να προετοιμάζεται και να προστατεύεται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Τα υλικά του υποστρώματος που έρχονται σε επαφή με το Ε.Σ. πρέπει να είναι στερεά, αρκετά πυκνής δομής και να μη δονούνται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης.

Η προετοιμασία της επιφάνειας εφαρμογής του Ε.Σ. εξαρτάται από τον τύπο του δομικού υλικού της και εκτελείται ως ακολούθως:

5.2.1 Επιφάνεια σκυροδέματος

Η επιφάνεια του σκυροδέματος, μετά την έμπηξη και ωρίμανση της σύνδεσης τυχόν βλήτρων που προβλέπονται στη Μελέτη, πρέπει να είναι εντελώς καθαρή. Οι διαδικασίες προετοιμασίας πρέπει να εξασφαλίσουν ένα στερεό υπόβαθρο, με ικανότητα να αναπτύξει επαρκή πρόσφυση και σύνδεση με το εκτοξευόμενο σκυροδέμα.

Όπου υπάρχει θραυσμένο ή σε μεγάλη έκταση ρηγματωμένο ή γενικά πτωχής ποιότητας και σαθρό σκυρόδεμα, αυτό πρέπει να απομακρύνεται εντελώς. Επίσης πρέπει να απομακρύνεται όποιο τμήμα σκυροδέματος έχει προσβληθεί με επιβλαβείς χημικές ουσίες, λάδια, γράσα και πρέπει να απομακρύνονται οι τυχόν υπάρχουσες προεξοχές, ώστε να αποφεύγονται απότομες διαφοροποιήσεις του πάχους του Ε.Σ.

Η προετοιμασία της επιφάνειας προς σκυροδέτηση με Ε.Σ. πρέπει να είναι σύμφωνα με την παρούσα και σε συνδυασμό με τις Τεχνικές Προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-12-01, ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-09-01 και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-09-02, ανάλογα με το προβλεπόμενο από τη Μελέτη βάθος εκτράχυνσης. Εάν δεν αναφέρεται διαφορετικά στη Μελέτη, οι μέθοδοι που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν είναι η υδροβολή, η αμμοβολή και η χρήση αερόσφυρας πολλαπλής κεφαλής (μέθοδοι Μ7, Μ5 και Μ4 αντίστοιχα με την παραπάνω Τεχνική Προδιαγραφή).

Εφόσον οι συνθήκες εργασίας το επιτρέπουν συνιστάται η χρήση της υδροβολής (μέθοδος Μ7) κατά προτεραιότητα και έπεται η χρήση της αμμοβολής (μέθοδος Μ5). Απαγορεύεται η διαμόρφωση τραχείας επιφάνειας με χρήση «βιαιών» μηχανικών μεθόδων όπως πελέκημα, σκαρπιτισάρισμα κλπ, καθόσον με αυτές αναπτύσσονται «μικρορηγματώσεις» ακριβώς κάτω από την προετοιμαζόμενη επιφάνεια, οι οποίες προκαλούν μείωση της προσφερόμενης για συνάφεια ενεργού περιοχής.

Χημική προετοιμασία της επιφάνειας επιτρέπεται μόνον εάν αυτό προβλέπεται στη Μελέτη και με την προϋπόθεση ότι η επιφάνεια του υποστρώματος είναι δομικώς στερεή και ότι τα υλικά προετοιμασίας είναι μη χλωριούχα και είναι τα προδιαγραφόμενα στη Μελέτη.

Πριν από την εκτόξευση του σκυροδέματος η επιφάνεια πρέπει να καθαρίζεται με καθαρό πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως το υφιστάμενο σκυρόδεμα πρέπει να υγραίνεται μέχρι κορεσμού με νερό υπό χαμηλή πίεση (πίεση δικτύου) χωρίς επικαθήσεις νερού στην επιφάνεια. Στην περιοχή εκτόξευσης σκυροδέματος πάνω σε στρώση νεαρής ηλικίας (όχι μεγαλύτερης από 72 ώρες από την αρχική πήξη του) η προετοιμασία πρέπει να περιορίζεται στην απομάκρυνση επιφανειακών εγχύσεων τσιμέντου, υλικών αναπήδησης και άλλων χαλαρών υλικών. Η αρχική πήξη πρέπει να ελέγχεται με την εισαγωγή καρφιού στη στρώση του νωπού Ε.Σ.

5.2.2 Επιφάνεια τοιχοποιίας

Για τις περιπτώσεις τοιχοποιίας ακολουθούνται οι διαδικασίες καθαρισμού επιφάνειας της Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-01-02 και εφαρμόζονται αναλογικά αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως για επιφάνειες από σκυρόδεμα. Η επιφάνεια της τοιχοποιίας πρέπει να είναι εντελώς καθαρή.

Οι διαδικασίες προετοιμασίας πρέπει να εξασφαλίζουν ένα στερεό υπόβαθρο, με ικανότητα να αναπτύξει επαρκή πρόσφυση και σύνδεση με το Ε.Σ. Όπου υπάρχει θραυσμένη ή σε μεγάλη έκταση ρηγματωμένη τοιχοποιία πρέπει να αποκαθίσταται κατάλληλα πριν από την εφαρμογή του Ε.Σ. και πρέπει να απομακρύνονται οι τυχόν υπάρχουσες προεξοχές, ώστε να αποφεύγονται απότομες διαφοροποιήσεις του πάχους του Ε.Σ. Οι αρμοί της τοιχοποιίας πρέπει να διευρύνονται σύμφωνα με την Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-01-03, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά στη Μελέτη.

Πριν από την εκτόξευση του σκυροδέματος η επιφάνεια πρέπει να φουσάται με καθαρό πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως η τοιχοποιία πρέπει να υγραίνεται μέχρι κορεσμού με νερό υπό χαμηλή πίεση (πίεση δικτύου) χωρίς επικάθηση νερού στην επιφάνεια.

5.2.3 Επιφάνειες χάλυβα ή χαλύβδινου οπλισμού

Όταν η εκτόξευση γίνεται σε στοιχεία από χάλυβα, ή βλήτρα ή χαλύβδινο οπλισμό, η επιφάνεια τους πρέπει να είναι απαλλαγμένη από κάθε επιβλαβές υλικό (όπως ρινίσματα, σκουριά, λάδια, γράσο, πάγο, υλικό αναπήδησης, χρώμα) που μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη της συνάφειας μεταξύ Ε.Σ. και χάλυβα. Οι διαδικασίες καθαρισμού των επιφανειών χάλυβα προδιαγράφονται στην Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-09-01.

Το υλικό της αναπήδησης από γειτονικές περιοχές πρέπει να απομακρύνεται όσο είναι ακόμη νωπό και μαλακό με βούρτσα ή υδροβολή με φροντίδα να μην επηρεαστεί το σχετικά νεαρό υφιστάμενο σκυρόδεμα. Οι οπλισμοί πρέπει να στερεώνονται με ασφάλεια και άκαμπτα ο ένας με τον άλλον και με τα υλικά στερέωσης για την αποφυγή δονήσεώς τους κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης, που μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση της στρώσης του νωπού σκυροδέματος.

5.2.4 Επιφάνεια καλουπιών

Τα καλούπια είναι η μόνη κατηγορία επιφανειών υποβάθρου η οποία δεν απαιτεί την ανάπτυξη αντοχής συνάφειας με το Ε.Σ. Πριν από την εκτόξευση πρέπει να απομακρύνονται από τα καλούπια όλα τα ξένα σώματα (σκληρυμένο σκυρόδεμα, ξύλα, χαρτιά, πολυστερίνη, κ.λπ.). Αν το καλούπι είναι

υδατοαπορροφητικό τότε είτε πρέπει να διαβρέχεται μέχρι κορεσμού, είτε να χρησιμοποιείται ένα υλικό που δημιουργεί φράγμα στην απώλεια νερού προς το καλούπι.

Εφ' όσον χρησιμοποιείται υλικό αποκόλλησης, αυτό δεν επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε επιφάνειες Ε.Σ. πάνω στις οποίες πρόκειται να εκτοξευθεί επόμενη στρώση, επειδή επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη συνάφειας μεταξύ των στρώσεων.

Εάν παρατηρηθεί εμφάνιση τέτοιου υλικού στην επιφάνεια πρέπει να εξασφαλίζεται και να επιβεβαιώνεται η απομάκρυνσή του. Επειδή η δράση της εκτόξευσης τείνει να μετακινεί τα συμβατικά αποκολλητικά υλικά (τύπου γαλακτώματος ή λαδιού) ωθώντας αυτά είτε κατά την επιφάνεια εκτόξευσης, είτε εντός της κυτταρικής κυψελοειδούς δομής του απορροφητικού τύπου, για το Ε.Σ. συνιστάται η χρήση χημικών αποκολλητικών υλικών ή κάλυψη του καλουπιού με πολυαιθινικά φύλλα πριν από την έναρξη της εκτόξευσης. Το υλικό αποκόλλησης δεν θα αφήνει λεκέδες ιδίως για τελικά εμφανείς επιφάνειες.

Τα καλούπια πρέπει να είναι σωστά στερεωμένα ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε δόνηση κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του καλουπιού πρέπει να προβλέπουν τη δυνατότητα διαφυγής του αέρα και την απομάκρυνση του υλικού της αναπήδησης.

5.3 Ανάμιξη

Οι ποσότητες και το είδος των συστατικών του μίγματος προδιαγράφονται στη Μελέτη σύνθεσης η οποία εξαρτάται από τις ειδικότερες συνθήκες του έργου. Πάντως η ποσότητα του τσιμέντου δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από 300 kg/m^3 και ο λόγος νερού προς τσιμέντο δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,55. Όταν δεν προδιαγράφεται στη Μελέτη, η ποσότητα του τσιμέντου συνιστάται να είναι 500 kg/m^3 και ο λόγος νερού προς τσιμέντο ίσος προς 0,45 έως 0,50.

Τα στερεά συστατικά του μίγματος πρέπει να μετρούνται σε μέρη βάρους και τα υγρά σε μέρη βάρους ή όγκου.

Μέτρηση των αδρανών κατ' όγκο επιτρέπεται μόνο στην ξηρή μέθοδο και για μικρής σπουδαιότητας έργα εφ' όσον χαρακτηρίζονται έτσι από τη Μελέτη. Στην περίπτωση αυτή ισχύουν τα παρακάτω:

- (1) Η ποσότητα του μίγματος πρέπει να αντιστοιχεί σε ακέραιο αριθμό σάκων τσιμέντου.
- (2) Τα δοχεία μέτρησης των κλασμάτων αδρανών πρέπει να έχουν σημαδευτεί σε κατάλληλο ύψος, αφού οι ποσότητες κλασμάτων του πρώτου αναμίγματος ζυγιστούν και τοποθετηθούν μέσα στα δοχεία.
- (3) Η βαθμονόμηση και ο έλεγχος των δοχείων μέτρησης των κλασμάτων αδρανών πρέπει να γίνεται κάθε φορά που αλλάζει η προέλευση των αδρανών και τουλάχιστον μια φορά την εβδομάδα.
- (4) Καθημερινά πρέπει να ελέγχεται η άμμος για αποφυγή συσσωματώσεων, που μπορεί να προκαλέσει σημαντικό σφάλμα στις εφαρμοζόμενες αναλογίες.

Τα αδρανή πρέπει να μετρούνται με ακρίβεια + 3% του βάρους τους, το τσιμέντο με ακρίβεια + 2% του βάρους του, τα πρόσθετα με ακρίβεια + 3% του βάρους ή του όγκου τους, ανάλογα με το αν είναι σε σκόνη ή σε μορφή υγρού και το νερό στην υγρή μέθοδο με ακρίβεια + 2%. Η εφαρμοζόμενη μέθοδος παρασκευής και ανάμιξης πρέπει να εξασφαλίζει τη δυνατότητα εύκολου ελέγχου της απαιτούμενης ακρίβειας.

Όταν η διαδικασία προβλέπει προδιύγνωση των αδρανών η επάρκεια της εκτιμάται με έναν πρόχειρο επιτόπου έλεγχο:

- (1) Μικρή ποσότητα μίγματος συμπιέζεται ισχυρά κλείνοντας την παλάμη.
- (2) Όταν ανοίγοντας την παλάμη το μίγμα θρυμματίζεται σε διακριτά κομμάτια, η διύγνωση θεωρείται μικρή.
- (3) Αν το υλικό παραμένει σαν σβώλος η θραύεται αλλά διατηρεί το σχήμα του, η διύγνωση είναι ικανοποιητική.
- (4) Αν η υγρασία αποπλένεται στο χέρι τότε η διύγνωση είναι υπερβολική.

Το ξηρό ανάμιγμα με προδιύγνωση πρέπει να εφαρμόζεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

Τα υλικά του Ε.Σ. πρέπει να μπαίνουν στον αναμικτήρα με τις αναλογίες που προβλέπονται στη μελέτη σύνθεσης.

Στην περίπτωση που εφαρμόζεται η διαδικασία υγρής ανάμιξης οι αναλογίες νερού και άμμου διορθώνονται ανάλογα με τη φυσική υγρασία των αδρανών.

Τα πρόσθετα πρέπει να μπαίνουν σε ένα στάδιο της διαδικασίας παραγωγής κατάλληλο για τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό. Ειδικότερα η προσθήκη ινών πρέπει να καθορίζεται με επιτόπου δοκιμές. Οι ίνες θα πρέπει να προστίθενται έτσι ώστε να αποφεύγονται συσσωματώματα, δημιουργία σβώλων ή κάμψη τους και να εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή τους στη μάζα του Ε.Σ.

Κάθε συσσωμάτωμα ή σβώλος ινών πρέπει να διαχωρίζεται ή να απομακρύνεται από το ανάμιγμα, με κατάλληλα προσαρμοσμένη διάταξη στον εξοπλισμό ανάμιξης. Η διάταξη προσθήκης ινών πρέπει να ρυθμίζει το ρυθμό εισαγωγής τους ώστε να μην δημιουργούνται τα ανωτέρω συσσωματώματα ή σβώλοι. Η εισαγωγή των πρόσθετων πρέπει να γίνεται με κατάλληλο εξοπλισμό.

Ο χρόνος ανάμιξης του μίγματος προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού ανάμιξης και πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη ομοιογένεια του προϊόντος και καλές συνθήκες εκτόξευσης.

Ο χρόνος εργασιμότητας του μίγματος εξαρτάται από την τεχνική παραγωγής και τα ειδικότερα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται.

5.3.1 Ξηρή μέθοδος

Όταν εφαρμόζεται η ξηρή μέθοδος, η εκτόξευση του σκυροδέματος πρέπει να ολοκληρώνεται εντός 90 λεπτών από την αρχική ανάμιξη των υλικών. Μετά από την παρέλευση του χρόνου αυτού το μίγμα ή το υπόλειμμά του πρέπει να απορρίπτεται. Αυτός ο χρονικός περιορισμός δεν περιλαμβάνει τα συσκευασμένα αναμιγμένα υλικά εκτός και αν υφίστανται διύγρυνση.

Ο βασικός εξοπλισμός ξηρής ανάμιξης περιλαμβάνει:

- (1) Μηχανή ξηρής ανάμιξης, σωλήνες προώθησης του υλικού και του νερού και ακροφύσιο εκτόξευσης.
- (2) Αεροσυμπιεστή με ελάχιστη συμπίεστική ικανότητα (P): $P=200+2,5(l+2h)$ (kPa, 101,32 kPa = 1,0 atm)), όπου l το μήκος του σωλήνα προώθησης του υλικού και h η μέγιστη διαφορά ύψους της θέσης εκτόξευσης από την θέση του αεροσυμπιεστή, σε m και τα δύο.

Η ταχύτητα προώθησης του ξηρού υλικού στον σωλήνα πρέπει να είναι της τάξης 40-60 m/sec και η πίεση του νερού στο ακροφύσιο πρέπει να είναι μεταξύ 400 και 4000 kPa.

Η απαιτούμενη παροχή αέρα και συνιστώμενη διάμετρος του σωλήνα προώθησης και του ακροφύσιου, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ταχύτητα, προκύπτει, σε σχέση με τις απαιτήσεις παραγωγής Ε.Σ., σύμφωνα με τα αναφερόμενα στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 - Απαιτήσεις εξοπλισμού ξηρής ανάμιξης

Απαιτ. παραγωγή Ε.Σ. (m ³ /h)	Απαιτήσεις παροχής πεπιεσμένου αέρα (m ³ /min)	Συνιστώμενη εσωτερική διάμετρος σωλήνων και ακροφύσιου (mm)
1	3	25
2	4-5	32
4	8-10	40
6	12-14	50
9	17-20	65

Η ικανότητα παροχής πεπιεσμένου αέρα του αεροσυμπιεστή συνιστάται να ξεπερνά τουλάχιστον κατά 50% τις κατά περίπτωση απαιτήσεις.

5.3.2 Υγρή μέθοδος

Όταν εφαρμόζεται η υγρή μέθοδος η εκτόξευση του σκυροδέματος πρέπει να ολοκληρώνεται εντός ενενήντα λεπτών από την αρχική ανάμιξη των υλικών. Μετά από την παρέλευση του χρόνου αυτού το μίγμα ή το υπόλειμμά του πρέπει να απορρίπτεται. Ο χρόνος αυτός μπορεί να επεκταθεί με χρήση κατάλληλων επιβραδυντικών πρόσθετων, μέχρι 110 λεπτά ή ακόμη περισσότερο με πρόσθετα ελέγχου της ενυδάτωσης μετά την εκτέλεση σχετικών δοκιμών και την έγκριση και αποδοχή τους από την Αρμόδια Αρχή.

Όταν εφαρμόζεται η διαδικασία υγρής ανάμιξης ο βασικός εξοπλισμός πρέπει να περιλαμβάνει:

- (1) Μηχανή ανάμιξης (αν το μίγμα παρασκευάζεται στο εργοτάξιο)
- (2) Αντλία και σωλήνες προώθησης υγρού μίγματος και ακροφύσιο εκτόξευσης
- (3) Αεροσυμπιεστή με συμπιεστική ικανότητα (πίεση λειτουργίας) της τάξης των 700 kPa. Η ικανότητα παροχής αέρα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 m³ αέρα/min για κάθε m³ Ε.Σ./h.

5.4 Μεταφορά και προώθηση μίγματος

Το μίγμα για την παραγωγή Ε.Σ. με την ξηρή μέθοδο, μπορεί να μεταφέρεται σε αυτοκίνητο αναμικτήρα ή με κιβώτια που δεν επιτρέπουν απόμιξη και διαχωρισμό ή με ειδικούς σάκους. Σε κάθε περίπτωση το ξηρό μίγμα πρέπει να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες ή την πρόσμιξη ξένων σωμάτων και δεν πρέπει να χάνει την ομοιογένειά του. Στην υγρή μέθοδο το μίγμα μπορεί να μεταφέρεται με αυτοκίνητο αναδευτήρα, αντλίες σκυροδέματος ή συνδυασμό τους. Αν η μεταφορά γίνεται με αυτοκίνητο ή αυτοκίνητο αναδευτήρα, ισχύουν όσα αναφέρονται στην παρ. 2 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 206-1 για το «έτοιμο σκυρόδεμα». Σε κάθε περίπτωση το μίγμα πρέπει να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες ή την πρόσμιξη ξένων σωμάτων και δεν πρέπει να χάνει την ομοιογένειά του.

Η προώθηση του μίγματος προς το ακροφύσιο γίνεται μέσω σωληνώσεων, με δύο κυρίως εφαρμοζόμενες μεθόδους:

α) Προώθηση πυκνής ροής: Αναφέρεται στην υγρή μέθοδο και υποδηλώνει τη προώθηση του υγρού μίγματος προς το ακροφύσιο, χωρίς διασπορά του μέσα στο σωλήνα, με χρήση αντλιών σκυροδέματος. Ο απαιτούμενος για την εκτόξευση αέρας προστίθεται στο ακροφύσιο. Ο εξοπλισμός πρέπει να εξασφαλίζει συνεχή και σταθερή ροή του υλικού στο ακροφύσιο, χωρίς εμφάνιση διαχωρισμού και απόμιξης του μίγματος.

β) Προώθηση αραιού στρώματος ροής: Αναφέρεται κυρίως στην ξηρή μέθοδο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά και στην υγρή. Η προώθηση των υλικών προς το ακροφύσιο μέσω των σωληνώσεων γίνεται με ένα συνεχές ρεύμα υψηλής πίεσης αέρα, όπου τα υλικά αιωρούνται στη μάζα του αέρα.

5.5 Εκτόξευση σκυροδέματος

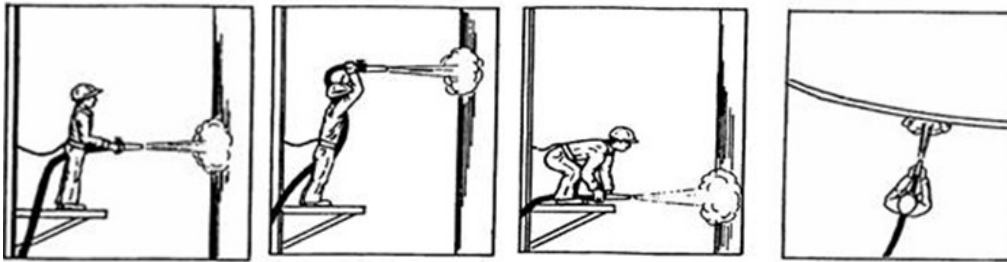
Η εκτόξευση του σκυροδέματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το τελικό προϊόν να έχει συμπαγή και πυκνή δομή, επαρκώς επικολλημένη στην επιφάνεια του υποβάθρου, όπου αυτό υπάρχει.

Η ποιότητα του επί τόπου απολαμβανόμενου σκυροδέματος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τον χειριστή του ακροφυσίου, τον έλεγχο του νερού και του επιταχυντικού προσθέτου του μίγματος, την πίεση του αέρα, την απόσταση του ακροφυσίου από την προσβαλλόμενη επιφάνεια, την ταχύτητα εξόδου των υλικών από το ακροφύσιο και τις τεχνικές χρήσης του ακροφυσίου.

Η τροφοδοσία του υλικού πρέπει να είναι τέτοια ώστε να τηρούνται οι αναλογίες των υλικών του τελικού μίγματος, να μην υπάρχουν εμφράξεις του εξοπλισμού και να διατηρείται μία σταθερή ροή του υλικού στο ακροφύσιο. Όταν η ροή είναι ασυνεχής ή μεταβαλλόμενης ποσότητας ή όταν ο χειριστής του ακροφυσίου επιφέρει αλλαγές στην ποσότητα του νερού, τότε το ακροφύσιο πρέπει να κατευθύνει τη ροή μακριά από τη θέση εκτόξευσης μέχρι την αποκατάσταση σταθερών συνθηκών υλικού και τροφοδοσίας.

Η θερμοκρασία του μίγματος πριν την εκτόξευσή του και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου δεν πρέπει να είναι κάτω από 5 °C ή πάνω από 35°C. Το συνιστώμενο εύρος θερμοκρασίας είναι μεταξύ 10 °C και 25 °C. Για θερμοκρασίες που βρίσκονται εκτός του συνιστώμενου εύρους αλλά εντός του αποδεκτού απαιτείται η λήψη κατάλληλων μέτρων προσαρμογής της θερμοκρασίας των συστατικών του μίγματος όπως η προθέρμανση ή πρόψυξη των αδρανών ή/και του νερού ανάμιξης ή η θερμική προστασία του χώρου εργασίας. Η αποδοχή των παραπάνω μέτρων απαιτεί την έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

Για θερμοκρασίες περιβάλλοντος εκτός του αποδεκτού εύρους εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις των παρ. Δ6 και Δ7 του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (Βιβλιογραφία [1]).

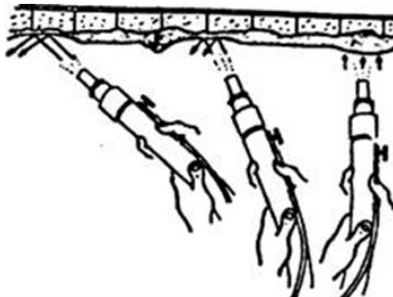


Σχήμα 1 - Σωστές θέσεις εκτόξευσης

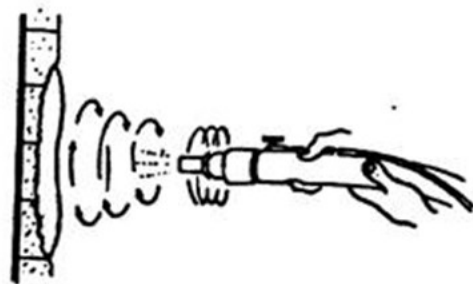
Η ταχύτητα με την οποία το υλικό εξέρχεται από το ακροφύσιο και η απόστασή του από την επιφάνεια εκτόξευσης πρέπει να είναι οι βέλτιστες, ώστε η συμπύκνωση της εκτοξευόμενης στρώσης και η πρόσφυση στην επιφάνεια του υποβάθρου να μεγιστοποιούνται και η αναπήδηση να ελαχιστοποιείται. Η απόσταση του ακροφυσίου από την προσβαλλόμενη επιφάνεια συνιστάται να είναι μεταξύ 0,5 m και 1,0 m. Η ελάχιστη και η μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση είναι 0,5 m και 1,5 m αντίστοιχα.

Η κατεύθυνση του ακροφυσίου και της εκτόξευσης πρέπει να είναι κατά το δυνατόν κάθετη προς την επιφάνεια εκτόξευσης με στόχο την ελαχιστοποίηση του ανακλώμενου υλικού (Σχήματα 1 και 2).

Κάθε στρώση πρέπει να δομείται με κατεύθυνση από τα κατώτερα τμήματα προς τα ανώτερα και ο χειριστής πρέπει να συμπληρώνει το συνολικό πάχος της στρώσης με επάλληλες κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου χωρίς κινήσεις μπρος – πίσω σε διαδοχικά «περάσματα» (Σχήμα 3).



Σχήμα 2 - Σχέση ανακλώμενου υλικού και γωνίας πρόσπτωσης



Σχήμα 3 - Συμπλήρωση στρώσεων με επάλληλες μικρές κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου

Σε κάθε πέρασμα ή ανά στρώση δεν πρέπει να τοποθετείται περισσότερο υλικό από αυτό που μπορεί να προσκολληθεί με ασφάλεια χωρίς να παρουσιάζεται παραμόρφωση λόγω ολίσθησής του ή χαλάρωση της στρώσης. Ο χειριστής πρέπει να έχει πάντα τον έλεγχο του εφαρμόσιμου πάχους του υλικού και να μην υπερβαίνει αυτά τα όρια. Το πάχος κάθε στρώσης Ε.Σ. (όταν δεν χρησιμοποιούνται επιταχυντές πήξης), εαν δεν ορίζεται διαφορετικά στη Μελέτη συνιστάται να είναι:

- α) Όταν περιλαμβάνονται οπλισμοί να καλύπτονται οι ράβδοι τουλάχιστον 10 mm σε στρώσεις οροφής και 20 mm σε κατακόρυφες στρώσεις.
- β) Όταν δεν περιλαμβάνονται οπλισμοί:
max 30 mm σε στρώσεις οροφής
max 50 mm σε κατακόρυφες στρώσεις.

Κάθε πρόσθετη στρώση Ε.Σ. εκτοξεύεται όταν η προηγούμενη έχει αποκτήσει ικανοποιητική αντοχή. Σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος γύρω στους 20 °C, όταν δεν χρησιμοποιούνται επιταχυντές πήξης ο χρόνος αναμονής για την σκυροδέτηση της επόμενης στρώσης είναι μεταξύ 3 και 5 ωρών.

Το υλικό της αναπήδησης δεν πρέπει ποτέ και για οποιοδήποτε λόγο να καλυφθεί με Ε.Σ. Το υλικό αυτό πρέπει να απομακρύνεται από το έργο και πρέπει να εξασφαλίζεται ο αποκλεισμός της πιθανότητας επαναχρησιμοποίησής του για παραγωγή εκτοξευόμενου ή συμβατικού σκυροδέματος.

Μεγάλες κοιλότητες, σπηλαιώσεις ή ρήγματα της επιφάνειας εκτόξευσης πρέπει να γεμίζουν προσεκτικά με Ε.Σ. πριν από την εφαρμογή της κυρίας στρώσης.

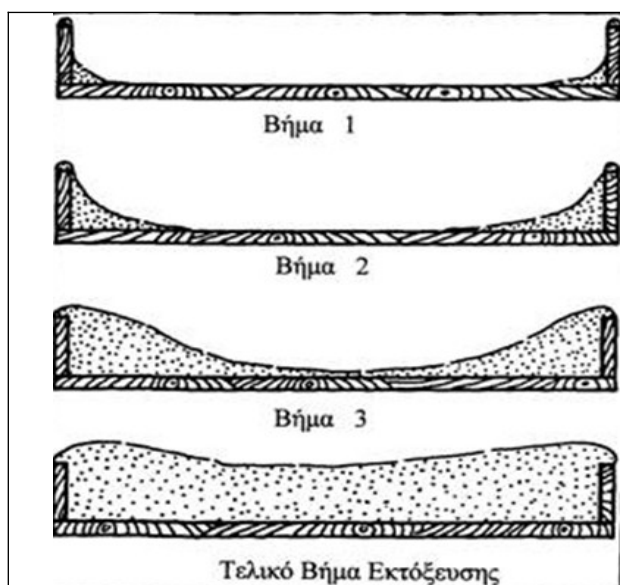
Όταν υπάρχουν εσωτερικές γωνίες στην επιφάνεια διάστρωσης ή γενικά σε περιοχές επιρρεπείς στην παγίδευση υλικού αναπήδησης η εκτόξευση πρέπει να αρχίζει από εκεί (Σχήμα 4) και το μέτωπο εργασίας να απομακρύνεται πάντα με κατά μήκος κλίση από αυτές τις περιοχές.

Όταν εφαρμόζεται μονή στρώση μεγάλου πάχους (πάνω από 150 mm) πρέπει να εφαρμόζεται τεχνική εκτόξευσης τύπου «ράμπας» κατά την οποία η στρώση δομείται με μια γωνία κορυφής περίπου 45° η οποία επιτρέπει στο υλικό της αναπήδησης να κυλάει προς τα έξω (Σχήμα 5).

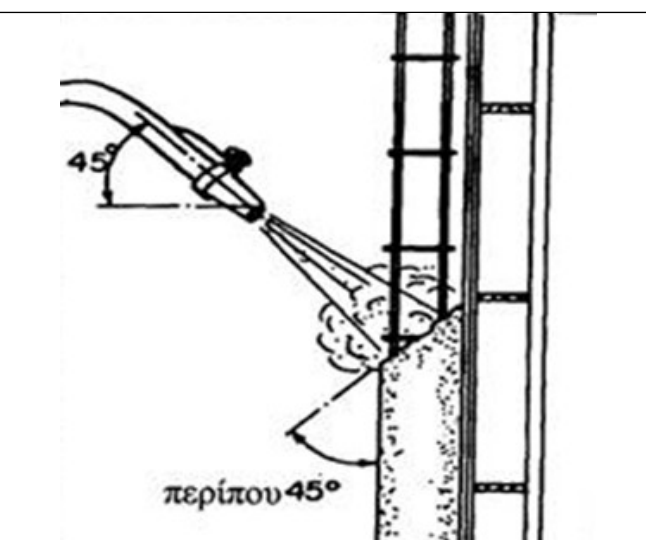
Όταν η εκτόξευση γίνεται σε επιφάνειες που έχει διαστρωθεί πλέγμα οπλισμών, συνιστάται να μειώνεται η απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια και να επιλέγεται ελαφρά απόκλιση της γωνίας εκτόξευσης από την ορθή ώστε το σκυρόδεμα να περνά και να συγκρατείται πίσω από τις ράβδους του πλέγματος.

Στην περίπτωση οπλισμών μεγάλης διαμέτρου ή/και συγκεντρωμένου οπλισμού, η εκτόξευση του σκυροδέματος πίσω από τις ράβδους πρέπει να γίνεται με γωνία που μπορεί να αποκλίνει από την ορθή, είτε σε πολύ μικρότερες αποστάσεις από τις συνήθειες.

Στην περίπτωση ύπαρξης οπλισμού σε μεγάλο πάχους διατομές, στον εξοπλισμό πρέπει να περιλαμβάνεται διάταξη πεπιεσμένου αέρα που να επιτρέπει στον χειριστή της να ακολουθεί τον χειριστή του ακροφυσίου και να απομακρύνει αμέσως κάθε υλικό αναπήδησης που πιθανόν να συσσωρεύεται πίσω από τον οπλισμό.



Σχήμα 4 - Κατάλληλη διαδικασία εκτόξευσης σε εσωτερικές γωνίες

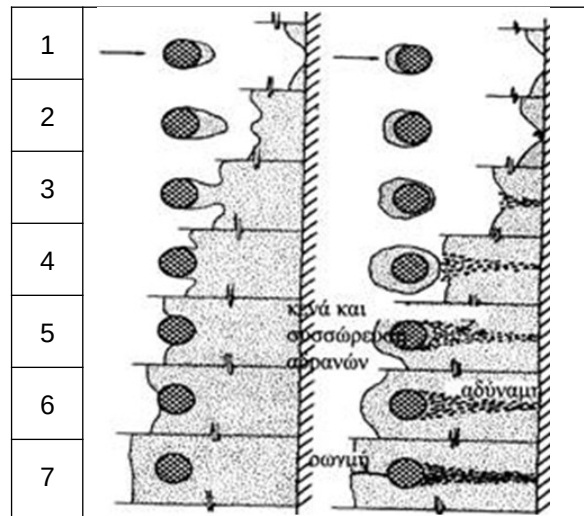


Σχήμα 5 - Ορθός τρόπος εκτόξευσης για μεγάλα πάχη

Όταν το σκυρόδεμα εκτοξεύεται προς τον οπλισμό, το μπροστινό μέτωπο της ράβδου πρέπει να παραμένει καθαρό χωρίς προσκόλληση σκυροδέματος, το δε εκτοξευόμενο υλικό να ρέει γύρω και πίσω από τις ράβδους, δημιουργώντας έτσι ένα συμπυκνωμένο σκυρόδεμα πίσω από αυτές (Σχήμα 6).

Για την αποφυγή κενών ή ασυμπύκντων περιοχών πίσω από ράβδους οπλισμού απαιτείται κατ' ελάχιστον ένα κενό 20 mm πίσω από τις ράβδους για να υπάρξει η δυνατότητα εγκιβωτισμού τους στο Ε.Σ.

Για τον ίδιο λόγο πρέπει να αποφεύγεται η χρήση ινοπλισμένου Ε.Σ. με χαλύβδινες ίνες όταν στην εκτοξευόμενη στρώση εγκιβωτίζονται ράβδοι οπλισμού. Χαλύβδινες ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν γίνεται εκτόξευση σε στρώσεις έξω από ράβδους οπλισμού. Η παραπάνω διαδικασία εφαρμογής ινοπλισμένου Ε.Σ. παρουσία οπλισμών πρέπει να προδιαγράφεται στη Μελέτη, διαφορετικά απαιτείται η αποδοχή της από την Αρμόδια Αρχή.



Σχήμα 6 - Εκτόξευση παρουσία οπλισμού

Για την καθοδήγηση στην διαμόρφωση των ευθυγραμμίων πρέπει να χρησιμοποιούνται οδηγοί από λεπτά σύρματα τα οποία δεν επηρεάζουν την διαδικασία της εκτόξευσης. Τα σύρματα αυτά πρέπει να έχουν υψηλή εφελκυστική αντοχή, διάμετρο 0,8 ή 1 mm και να τοποθετούνται με ακρίβεια στις γωνίες, στις προβολές των διατομών και σε διαστήματα συνήθως 0,6 έως 1,0 m σε επίπεδες επιφάνειες.

Για την αποφυγή υπερβολικών δονήσεων κατά την εκτόξευση και την επεξεργασία της επιφάνειας τα σύρματα πρέπει να τεντώνονται σφικτά. Ο τρόπος στερέωσης πρέπει να δοκιμάζεται και κατά περίπτωση, ανάλογα με την εμπειρία του προσωπικού, μπορεί να απαιτηθεί η χρήση σφιγκτήρων, ελατηρίων ή άλλων κατάλληλων διατάξεων.

Για την καθοδήγηση στην διαμόρφωση καμπύλων επιφανειών πρέπει να χρησιμοποιούνται χαλύβδινες ράβδοι διαμέτρου 6 mm οι οποίες να κάμπτονται στην απαιτούμενη καμπυλότητα και να στερεώνονται κατάλληλα.

Όπου είναι απαραίτητο και δυνατόν να χρησιμοποιηθούν άκαμπτοι οδηγοί αυτοί πρέπει να είναι λωρίδες από ξύλινα πηχάκια μεγίστων διαστάσεων 25 × 50 mm που συνδέονται με τραβέρσες ανά 0,6 έως 1,0 m.

Για καθοδήγηση στη διαμόρφωση του προβλεπόμενου στη Μελέτη πάχους πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικά στοιχεία που προσαρμόζονται στις απαιτήσεις κάθε ειδικής περίπτωσης εφαρμογής και η αποδοχή τους υπόκειται στον Επιβλέποντα Μηχανικό ή στην Αρμόδια Αρχή.

Τα στοιχεία αυτά είναι:

- (1) Μετρητές βάθους: μικροί μεταλλικοί ή πλαστικοί δείκτες που προσκολλώνται ή εγκαθίστανται κάθετα στην επιφάνεια εκτόξευσης σε κατάλληλα διαστήματα και ύψη. Δίνουν έναν εγκατεστημένο οδηγό του πάχους του Ε.Σ., τοποθετημένοι ακριβώς κάτω από την τελικά διαμορφούμενη επιφάνεια της στρώσης και εγκαταλείπονται μέσα στη στρώση υπό την προϋπόθεση ότι δεν την επηρεάζουν με οποιοδήποτε τρόπο.
- (2) Ανιχνευτές βάθους: αποτελούμενοι από σιδηρά σύρματα κατάλληλης διαμέτρου, τα οποία έχουν σηματοδευτεί με ενδείξεις πάχους για το Ε.Σ. και χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει μεγαλύτερο εύρος ανοχών στις απαιτήσεις της τελικής επιφάνειας και είναι αποδεκτή η ύπαρξη αντίστοιχων οπών στη δημιουργούμενη στρώση. Οι ανιχνευτές εισάγονται στο εκτοξευμένο σκυρόδεμα μέχρι το υπόβαθρο καταγράφοντας το βάθος.

Η περιοχή του μετώπου εργασίας πρέπει να προστατεύεται με κατάλληλα μέσα (όπως πετάσματα, κ.λπ.) γιατί οι καιρικές συνθήκες όπως αέρας ή βροχή μπορούν να επηρεάσουν την εκτόξευση, αλλά και τις γειτονικές κατασκευές από τα υλικά αναπήδησης, τη σκόνη, κ.λπ.

5.6 Διαμόρφωση τελικής επιφάνειας

Για τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας απομακρύνονται τα σωματίδια που έχουν προσκολληθεί ανεπαρκώς, με χρήση μιας μαλακής πλαστικής βούρτσας όταν αρχίζει η αρχική σκλήρυνση της ψευδο-πήξης, συνήθως μία έως δύο ώρες μετά την εκτόξευση. Απαγορεύεται οιαδήποτε εργασία που μπορεί να διαταράξει τον ιστό του Ε.Σ., πέραν της ανωτέρω, όπως πήχιασμα, αφαίρεση οδηγών, αλφάδιασμα, κλπ. για διάστημα 48 ωρών μετά την εκτόξευση.

5.7 Συντήρηση και προστασία

Η συντήρηση αρχίζει αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκτόξευσης και διαρκεί για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τις συνθήκες περιβάλλοντος και τις ειδικές απαιτήσεις του έργου. Το χρονικό αυτό διάστημα πρέπει να καθορίζεται από τη Μελέτη και δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 7 ημέρες. Όταν δεν αναφέρεται διαφορετικά στη Μελέτη το χρονικό διάστημα λαμβάνεται 14 ημέρες.

Η απαραίτητη για τη συντήρηση υγρασία εξασφαλίζεται:

- (1) Με μεθόδους που απαγορεύουν ή επιβραδύνουν την εξάτμιση του νερού του μίγματος, όπως ο ψεκασμός με ειδικά υγρά που σχηματίζουν επιφανειακή μεμβράνη, η επικάλυψη με λινάτσες, άμμο, και αδιάβροχα φύλλα, ή η ενσωμάτωση στο σκυρόδεμα ειδικών υλικών (στην φάση ανάμιξης) που δημιουργούν ένα εσωτερικό διάφραγμα, κλπ.
- (2) Με μεθόδους που αντικαθιστούν το νερό που εξατμίζεται όπως διαβροχή, κατάκλυση της περιοχής, κλπ. Επιτρέπεται να γίνει φυσική συντήρηση του Ε.Σ., χωρίς δηλαδή να γίνουν οι παραπάνω αναφερόμενες ενέργειες συντήρησης όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος διατηρείται πάνω από 95% κατά το χρόνο συντήρησης.

Η συντήρηση πρέπει να αρχίζει αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκτόξευσης, ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις που δημιουργούνται λόγω της γρήγορης εξέλιξης της διαδικασίας ενυδάτωσης, από την χρήση επιταχυντικών προσθέτων.

Εάν χρησιμοποιείται Ε.Σ. με προσθήκη συμπληρωματικών συνδετικών υλικών όπως πυριτική παιπάλη, ιπτάμενη τέφρα, κλπ. και επειδή τα υλικά αυτά γενικώς έχουν μεγαλύτερη περίοδο ενυδάτωσης από το τσιμέντο Πόρτλαντ, πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την κάλυψη όλης της περιόδου αυτής με διαδικασίες επαρκούς συντήρησης.

Συντήρηση με μεμβράνη που σχηματίζεται στην επιφάνεια του σκυροδέματος με ψεκασμό, δεν επιτρέπεται, εφ' όσον πρόκειται να διαστρωθεί άλλη στρώση Ε.Σ. Επιτρέπεται μόνο αν από επί τόπου δοκιμές τεκμηριωθεί ότι η παραπάνω διαδικασία δεν μειώνει τη συνάφεια μεταξύ των στρώσεων. Εάν για οποιοδήποτε λόγο απαιτηθεί εκτόξευση σκυροδέματος σε επιφάνεια στρώσης που έχει συντηρηθεί με ψεκαζόμενη μεμβράνη τότε αυτή πρέπει να απομακρύνεται με χρήση υδροβολής ή αμμοβολής ή με άλλο αποτελεσματικό τρόπο.

Σε έργα που είναι δύσκολο να επιτευχθεί συνεχής συντήρηση με τις διαδικασίες που αναφέρθηκαν προηγουμένως, μπορεί να γίνει αποδεκτή μετά από έγκριση της Αρμόδιας Αρχής, μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία του ψεκασμού του σκυροδέματος με νερό, τουλάχιστον κάθε δύο (2) ώρες τις πρώτες 7 ημέρες μετά την σκυροδέτηση και κάθε τέσσερις (4) ώρες για τις επόμενες 7 ημέρες καθ' όλη την διάρκεια του 24ώρου (ημέρα και νύχτα). Ο ψεκασμός πρέπει να αρχίζει αμέσως μετά τις εργασίες εκτόξευσης και να εκτελείται με προσοχή για αποφυγή καταστροφής της στρώσης και απόπλυση.

Συντήρηση με υλικά που ενσωματώνονται στο σκυρόδεμα κατά τη φάση ανάμιξης και δημιουργούν εσωτερικό διάφραγμα, μπορεί να γίνεται μόνο μετά από έγκριση της Αρμόδιας Αρχής και αφού έχουν προηγηθεί οι σχετικές δοκιμές και έλεγχοι.

Για την συντήρηση του Ε.Σ., σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύουν οι διατάξεις των παρ. Δ6 και Δ7 του ΚΤΣ-2016. Πάντως, η συντήρηση και τα μέτρα προστασίας του Ε.Σ. για χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος διατηρούνται και πέραν των προβλεπόμενων χρονικών ορίων, μέχρι το σκυρόδεμα να αναπτύξει θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 5 MPa.

6 Κριτήρια αποδοχής τελειωμένης εργασίας

Η εργασία θεωρείται περαιωμένη όταν έχουν ολοκληρωθεί οι εργασίες εκτόξευσης και διαμόρφωσης της τελικής επιφάνειας του σκυροδέματος στις θέσεις που προβλέπονται στη Μελέτη, έχει γίνει η συντήρηση σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 5.7 της παρούσας, έχουν ληφθεί τα δοκίμια που απαιτούνται για τους εργαστηριακούς ελέγχους, και το ανακλώμενο ή υπερψεκαζόμενο υλικό και άλλα άχρηστα υλικά έχουν απομακρυνθεί και αποτεθεί στις περιοχές φόρτωσης και έχουν αποκατασταθεί τυχόν κακοτεχνίες.

Οι έλεγχοι της κατασκευής πρέπει να γίνονται οπτικά, γεωμετρικά, κρουστικά ή/και με αποκοπή δείγματος σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη.

6.1 Οπτικός έλεγχος

Ο οπτικός έλεγχος γίνεται επιτόπου του έργου και αφορά τον εντοπισμό κακοτεχνιών, πριν, μετά και κατά τη διάρκεια εκτόξευσης κάθε στρώσης σκυροδέματος.

Πριν από την εκτόξευση, ο οπτικός έλεγχος περιλαμβάνει την αποδοχή των συνθηκών έναρξης της εκτόξευσης. Ο έλεγχος της κατάστασης των ενσωματούμενων υλικών (όπως η ύπαρξη πιθανών συσσωματωμάτων άμμου, η αποδεκτή προδιύγνωση των αδρανών εφόσον προβλέπεται, η πιθανή οξείδωση των ινών χάλυβα, κ.α.) σύμφωνα με τα αναφερθέντα στην παράγραφο 4.2.4, αποτελεί μέρος της διαδικασίας.

Επίσης περιλαμβάνεται ο έλεγχος της καταλληλότητας της επιφάνειας του υποστρώματος όπως έχει προέλθει είτε από επεξεργασία του αρχικού στοιχείου είτε από προγενέστερη στρώση εκτοξευόμενου σκυροδέματος, σύμφωνα με τα αναφερθέντα στην παράγραφο 5.2.

Κατά την διάρκεια της εκτόξευσης ο έλεγχος περιλαμβάνει την εφαρμογή των κανόνων έντεχνης εκτέλεσης της εργασίας όπως αυτοί περιγράφηκαν στην παρ. 5.5 με στόχο τον έγκαιρο εντοπισμό κακοτεχνιών και πρέπει να επιτρέπει άμεσες διορθωτικές παρεμβάσεις για αποκατάσταση των ελαττωμάτων πριν την ολοκλήρωση της εκτόξευσης κάθε στρώσης.

Ως τέτοιες πιθανές κακοτεχνίες ενδεικτικά αναφέρονται: ο εγκλωβισμός ανακλώμενου υλικού, η συσσώρευση υπερψεκαζόμενου υλικού, η επικόλληση και έναρξη πήξης υπερψεκαζόμενου υλικού επί ράβδων οπλισμού ή άλλων χαλύβδινων στοιχείων πριν γίνει η διάστρωση στην περιοχή, η δημιουργία κενών ή φωλεών, η ανεπαρκής επικάλυψη των ράβδων οπλισμού ή των χαλύβδινων στοιχείων, η δημιουργία αδύναμων περιοχών λόγω απόμιξης του σκυροδέματος (ιδίως πίσω από ράβδους οπλισμού ή άλλα χαλύβδινα στοιχεία, βλ. Σχήμα 6) κ.α.

Ο έλεγχος μετά το πέρας της εκτόξευσης περιλαμβάνει τον εντοπισμό κακοτεχνιών, όπως αυτές που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο στάδιο καθώς και η τυχόν εκτεταμένη ρηγμάτωση λόγω συστολής ξήρανσης. Οι κακοτεχνίες αυτές σημειώνονται επί τόπου και απεικονίζονται επί των σχεδίων της Μελέτης.

Η επέμβαση θεωρείται αποδεκτή όταν κατά τον οπτικό έλεγχο δεν διαπιστωθούν κακοτεχνίες ή αυτές είναι ελάχιστες και επισκευάσιμες.

6.2 Γεωμετρικός έλεγχος

Ο γεωμετρικός έλεγχος γίνεται επιτόπου του έργου και αφορά τον εντοπισμό αποκλίσεων από την προβλεπόμενη στη Μελέτη γεωμετρία των κατασκευαζόμενων στοιχείων. Ο έλεγχος περιλαμβάνει το, κατά θέσεις, πάχος των στοιχείων ως και την επιπεδότητα, κατακορυφότητα ή καμπυλότητα της τελικής επιφάνειας. Γίνεται με τις κλασικές μεθόδους γεωμετρικής αποτύπωσης στοιχείων, χρησιμοποιώντας ράμματα, ζύγια, μέτρο, μετροταινία, αλφάδι, αλφαδολάστιχο, μεταλλικό οδηγό, ταχύμετρο, χωροβάτη και άλλο κατάλληλο καταγραφικό εξοπλισμό. Οι περιοχές των αποκλίσεων σημειώνονται επί τόπου και στα αντίστοιχα σχέδια.

Ο γεωμετρικός έλεγχος γίνεται συνήθως στο τέλος της εργασίας, μπορεί όμως να απαιτηθεί και σε ενδιάμεσα στάδια.

Η επέμβαση θεωρείται αποδεκτή όταν κατά τον γεωμετρικό έλεγχο η απόκλιση από τις προβλεπόμενες διαστάσεις της Μελέτης δεν ξεπερνά τα όρια που αναφέρονται σ' αυτή. Αν τα όρια αυτά δεν αναφέρονται στη Μελέτη, οι αποκλίσεις δεν πρέπει να ξεπερνούν το 0,5% της μεγαλύτερης διάστασης του δομικού στοιχείου επί του οποίου γίνεται η επέμβαση ούτε τα 20 mm.

Αν οι αποκλίσεις είναι μεγαλύτερες, τότε οι επιφάνειες αυτές επισκευάζονται με βάση τις υποδείξεις της Αρμόδιας Αρχής, έτσι ώστε τα στοιχεία να αποκτήσουν τις προβλεπόμενες διαστάσεις τους.

6.3 Μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος / Εργοταξιακός έλεγχος στο πεδίο

Ο εργοταξιακός έλεγχος γίνεται με μηχανική (κρουστική) μέθοδο επί τόπου και αφορά την στερεότητα και συνοχή της επέμβασης. Γίνεται με ελαφρές κρούσεις με σφυρί βάρους 1,00 kg είτε μέσω μέτρησης της ταχύτητας παλμικού κύματος υπερήχων, κατά ΕΛΟΤ EN 12504-4. Περιοχές στις οποίες δημιουργούνται ρωγμές ή ο ήχος είναι υπόκωφος, σημαίνονται επί τόπου και απεικονίζονται στα αντίστοιχα σχέδια.

Ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος γίνεται στο τέλος ή/και σε ενδιάμεσα στάδια εκτέλεσης της εργασίας.

Η επέμβαση θεωρείται αποδεκτή όταν κατά τον κρουστικό έλεγχο δεν δημιουργούνται ρωγμές στην διεπιφάνεια Ε.Σ. και υποστρώματος, και ο ήχος δεν είναι υπόκωφος.

6.4 Εργαστηριακός έλεγχος

Ο εργαστηριακός έλεγχος περιλαμβάνει δύο κατηγορίες δοκιμών. Η πρώτη κατηγορία (Ε1) αφορά δοκιμές που γίνονται σε πυρήνες κατά ΕΛΟΤ EN 12504-1 που αποκόπτονται από 3 φατνώματα διαστάσεων 600×600 × 120 mm (κατ' ελάχιστον), στα οποία έχει γίνει εκτόξευση σκυροδέματος ειδικώς και μόνο για τη λήψη δοκιμών. Η δεύτερη κατηγορία (Ε2) αφορά δοκιμές που γίνονται σε δοκίμια που αποκόπτονται από το παραχθέν προϊόν στην εργασία επέμβασης. Η τρίτη κατηγορία (Ε3) αφορά τον έλεγχο των ιδιοτήτων σε κάμψη εκτοξευόμενου σκυροδέματος με ίνες και αφορά την παραγωγή φατνωμάτων πρότυπων διαστάσεων, στα οποία έχει γίνει εκτόξευση σκυροδέματος με ίνες, ειδικώς και μόνο για να δοκιμασθούν σε κάμψη.

Σε κάθε περίπτωση, δοκίμια με εμφανή ελαττώματα δεν θα χρησιμοποιούνται στους εργαστηριακούς ελέγχους, αποτελούν όμως στοιχεία των ελέγχων της παρ. 6.2.

6.4.1 Εργαστηριακές Δοκιμές Κατηγορίας Ε1

Η κατηγορία δοκιμών Ε1 έχει ως κύριο στόχο τον έλεγχο ικανοποίησης των κριτηρίων συμμόρφωσης για την προβλεπόμενη χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του Ε.Σ.

Μπορεί όμως να αφορά και άλλες ιδιότητες ή χαρακτηριστικά, ο προσδιορισμός των οποίων πρέπει να προβλέπεται στη Μελέτη ή μπορεί να απαιτηθεί από την Επίβλεψη. Ως τέτοια χαρακτηριστικά μπορεί να είναι το μέτρο ελαστικότητας σε θλίψη ή σε εφελκυσμό, η αντοχή σε κάμψη, η δυσθραυστότητα ή άλλες ειδικότερες ιδιότητες όπως η πυκνότητα, η αντίσταση σε παγετό, η διαπερατότητα (βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση) κλπ.

Εάν στη Μελέτη δεν προσδιορίζεται διαφορετικά, οι έλεγχοι συμμόρφωσης για την θλιπτική αντοχή πρέπει να πραγματοποιούνται σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράφεται στη συνέχεια, ενώ για κάθε άλλο χαρακτηριστικό (του οποίου απαιτείται ο προσδιορισμός), μπορεί να χρησιμοποιούνται τα σχετικά ισχύοντα Εθνικά Πρότυπα ή Ευρωπαϊκά εφόσον υπάρχουν (π.χ. ΕΛΟΤ EN 14488-3 για την αντοχή σε κάμψη, ΕΛΟΤ EN 14488-5 για την δυσθραυστότητα, ASTM C666 για την αντίσταση σε παγετό, ΕΛΟΤ EN 12390-8 για την διαπερατότητα).

Παρασκευή φατνωματικών δοκιμών εκτοξευόμενου σκυροδέματος με ίνες για δοκιμή σε κάμψη

Τα φατνώματα είναι ορθογωνικής διατομής, κατασκευασμένα από χαλύβδινα φύλλα ή από άλλο άκαμπτο μη υδαταπορροφητικό υλικό. Το ελάχιστο πάχος των τοιχωμάτων τους είναι 4mm για τα χαλύβδινα, και 18mm αν χρησιμοποιηθεί κόντρα-πλακέ. Οι ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις του φατνώματος θα είναι 600×600 mm το δε ύψος θα είναι τουλάχιστον 100 - 105 mm.

Τα φατνώματα πρέπει να τοποθετούνται κατακόρυφα και η εκτόξευση πρέπει να γίνεται οριζόντια με τον ίδιο εξοπλισμό, τεχνική, πάχος στρώσης ανά πέρασμα, απόσταση εκτόξευσης χειριστή μηχανήματος κτλ. που θα

χρησιμοποιηθεί κατά την διάρκεια διάστρωσης του Ε.Σ. στο έργο. Για τη συντήρηση των φατνωματικών δοκιμών για τη δοκιμή, ισχύει το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-5.

Παρασκευή φατνωματικών δοκιμών εκτοξευόμενου σκυροδέματος για πυρηνοληψία

Για κάθε μίγμα, τύπο προσθέτου ή δοσολογία προσθέτου, τύπο ινών ή αναλογία ινών πρέπει να παρασκευάζονται τρία φατνώματα κατ' ελάχιστον.

Τα φατνώματα είναι ορθογωνικής διατομής, κατασκευασμένα από χαλύβδινα φύλλα ή από άλλο άκαμπτο μη υδαταπορροφητικό υλικό. Το ελάχιστο πάχος των τοιχωμάτων τους είναι 4mm για τα χαλύβδινα, και 18mm αν χρησιμοποιηθεί κόντρα-πλακέ. Οι ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις του φατνώματος θα είναι 600×600 mm το δε ύψος θα είναι τουλάχιστον 120 mm.

Τα φατνώματα πρέπει να τοποθετούνται κατακόρυφα και η εκτόξευση πρέπει να γίνεται οριζόντια με τον ίδιο εξοπλισμό, τεχνική, πάχος στρώσης ανά πέρασμα, απόσταση εκτόξευσης χειριστή μηχανήματος κτλ. που θα χρησιμοποιηθεί κατά την διάρκεια διάστρωσης του Ε.Σ. στο έργο.

Μετά την εκτόξευση, η ελεύθερη επιφάνεια των φατνωματικών δοκιμών καλύπτεται με διπλή λινάτσα, που διατηρείται για όσο διάστημα παραμένει το δοκίμιο μέσα στο φάτνωμα συνεχώς υγρή, καλυμμένη με πλαστικό φύλλο που εμποδίζει την εξάτμιση.

Το φατνωματικό δοκίμιο παραμένει αμετακίνητο και συντηρείται μέσα στο φάτνωμα για 48 τουλάχιστον ώρες. Αμέσως μετά τις 48 ώρες το δοκίμιο αφαιρείται από το φάτνωμα, και συνεχίζει να βρίσκεται σε συνθήκες συντήρησης. Επτά ημέρες μετά την εκτόξευση αποκόπτονται, από το δοκίμιο, τα απαραίτητα δείγματα, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται για συντήρηση σε ατμόσφαιρα με σχετική υγρασία τουλάχιστον 95% και θερμοκρασία $20^{\circ} + 2^{\circ} \text{ C}$ ή μεταφέρεται για συντήρηση στις προηγούμενες συνθήκες ολόκληρο το δοκίμιο και η αποκοπή των απαραίτητων δειγμάτων γίνεται στις αντίστοιχες ηλικίες ελέγχου αυτών. Τα δείγματα πρέπει να λαμβάνονται σε απόσταση τουλάχιστον 125 mm από τις ακμές του δοκιμίου (εκτός από τις περιπτώσεις αποκοπής δοκών για τις δοκιμές της κάμψης, όπου τα άκρα αυτών των δοκών μπορούν να βρίσκονται μέσα και σ' αυτές τις περιοχές).

Λήψη και διαμόρφωση δοκιμών

Οι πυρήνες λαμβάνονται με κατάλληλο μηχάνημα, με ελεγμένη σταθερότητα και ευθυγραμμία στελέχους καθώς και με αδαμαντοκορώνα σε καλή κατάσταση. Η ονομαστική διάμετρος του πυρήνα είναι 100 mm (επιτρεπτή απόκλιση + 5mm) και μετριέται κοντά στο μέσο του ύψους αυτού επί δύο καθέτων διευθύνσεων.

Οι βάσεις του πυρήνα πρέπει να καθίστανται πρακτικώς επίπεδες και κάθετοι προς τη γενέτειρά τους, με κατάλληλη κοπή ή επεξεργασία σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12504-1.

Η ανοχή επιπεδότητας των βάσεων του πυρήνα πρέπει να είναι 0,05 mm και η γωνία ανάμεσα στην γενέτειρα και τις βάσεις του πυρήνα πρέπει να είναι $90^{\circ} + 0,5^{\circ}$. Ως μήκος του δοκιμίου, που διαμορφώθηκε με αυτόν τον τρόπο, λαμβάνεται ο μέσος όρος των μετρήσεων δύο αντιδιαμετρικών γενετειρών με ακρίβεια + 1mm. Το μήκος του δοκιμίου πρέπει να είναι ίσο με τη διάμετρό του με επιτρεπτή απόκλιση + 10% επί της τιμής της ονομαστικής διαμέτρου.

Αν από τη Μελέτη απαιτείται ο έλεγχος και άλλων ιδιοτήτων πλην της αντοχής σε θλίψη, θα αποκόπτονται και άλλα κατάλληλα δείγματα (πυρήνες ή δοκοί) προκειμένου να γίνουν οι αντίστοιχοι έλεγχοι, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην Μελέτη.

Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής δοκιμών

Ο προσδιορισμός της αντοχής σε θλίψη των δοκιμών που διαμορφώθηκαν με τον προηγούμενο τρόπο γίνεται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-1.

Η αντοχή του προαναφερθέντος δοκιμίου, με ονομαστική διάμετρο 100 mm και λόγο ύψος/διάμετρο = 1, με τις αποκλίσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως, πολλαπλασιασμένη με συντελεστή αναγωγής 1,17, θεωρείται ίση με την αντοχή κυβικού δοκιμίου ακμής 150 mm.

Δειγματοληψίες

Κάθε έργο σκυροδέτησης χωρίζεται σε περιόδους σκυροδέτησης. Ως περίοδος σκυροδέτησης θεωρούνται οι ημέρες σκυροδέτησης που δεν απέχουν μεταξύ τους περισσότερο από δύο ημέρες.

Κατασκευάζονται φαντωματικά δοκίμια κατ' ελάχιστον ότι προκύπτει μεγαλύτερο από τα παρακάτω:

- Δύο φαντωματικά δοκίμια ανά περίοδο σκυροδέματος
- Ένα φαντωματικό δοκίμιο ανά δύο ημέρες της περιόδου σκυροδέτησης
- Δύο φαντωματικά δοκίμια ανά 15 m³ σκυροδέτησης

Αποκόπτονται 3 πυρήνες από κάθε φαντωματικό δοκίμιο της κάθε περιόδου ή 2 πυρήνες εάν τα φαντωματικά δοκίμια είναι περισσότερα από 2 και οι πυρήνες αυτοί αποτελούν την παρτίδα των n δοκιμών της περιόδου (n≥6).

6.4.2 Εργαστηριακές Δοκιμές Κατηγορίας E2

Οι εργαστηριακές δοκιμές κατηγορίας E2 γίνονται για δύο κύριους λόγους:

α) την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής του Ε.Σ. έτσι όπως διαστρώθηκε και συντηρήθηκε στις πραγματικές συνθήκες του έργου, επειδή είναι πιθανόν να είναι διαφορετική από την αντοχή των δοκιμών που λαμβάνονται από τα φαντώματα και

β) τον έλεγχο εξασφάλισης επαρκούς συνάφειας μεταξύ του Ε.Σ. και του στοιχείου επί του οποίου έγινε η εκτόξευση και / ή την εκτίμηση του πάχους της επίστρωσης από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

Επιπλέον, μπορεί να γίνει και ο προσδιορισμός άλλων χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων όπως π.χ. η περιεκτικότητα των ινών, εφόσον χρησιμοποιείται Ε.Σ. οπλισμένο με ίνες, κατά ΕΛΟΤ EN 14488-7.

Έλεγχος θλιπτικής αντοχής

Για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής λαμβάνονται κατ' ελάχιστον 3 δοκίμια - πυρήνες ανά 15 m³, ή 150 m² Ε.Σ. (όποιο είναι μικρότερο). Το ελάχιστο πλήθος των δοκιμών είναι 3 ανεξάρτητα της ποσότητας του Ε.Σ.

Το πλήθος των δοκιμών - πυρήνων μπορεί να αυξηθεί με απόφαση της Επιβλεψης αν ο οπτικός ή/και ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος υποδεικνύουν πιθανή παρουσία ελαττωμάτων.

Οι διαστάσεις των δοκιμών ελέγχου της θλιπτικής αντοχής πρέπει να είναι ίδιες με αυτές που προδιαγράφηκαν για τις δοκιμές της κατηγορίας E1. Οι πυρήνες πρέπει να αποκόπτονται από περιοχές χωρίς οπλισμούς όπου το πραγματικό πάχος του Ε.Σ. είναι τουλάχιστον 100 mm.

Σε όσες περιπτώσεις οι διαστάσεις των εξ Ε.Σ. στοιχείων δεν επιτρέπουν την λήψη πυρήνων – δοκιμών με τις προβλεπόμενες διαστάσεις, τα δοκίμια μπορούν να ληφθούν με μικρότερες διαστάσεις από την προϋπόθεση ότι τεκμηριώνεται αξιόπιστα η αναγωγή των αντοχών τους σε δοκίμια με τις προβλεπόμενες διαστάσεις .

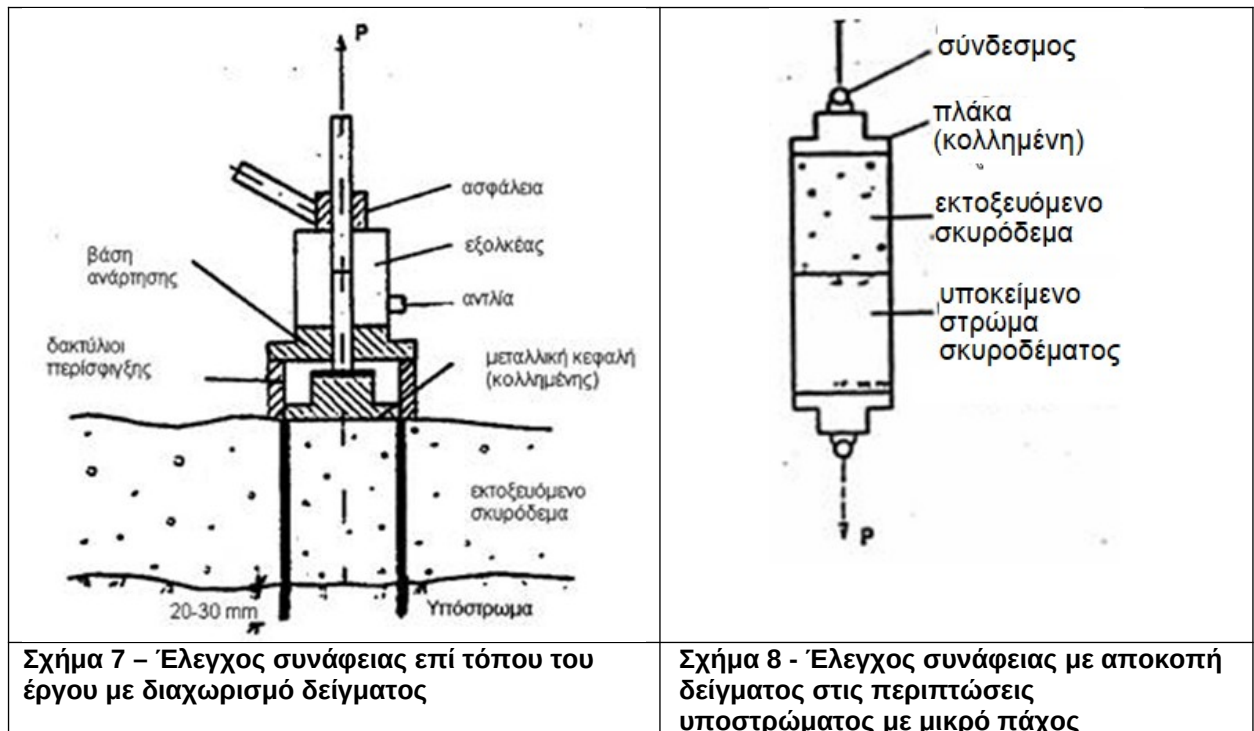
Η προετοιμασία για τη δοκιμή των πυρήνων πρέπει να γίνεται όπως και στην κατηγορία δοκιμών E1 (παρ. 6.4.1) και η αποκοπή τους να γίνεται σε χρόνο που η ηλικία τους δεν διαφέρει περισσότερο από μια ημέρα, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής 28 ημερών ή σε χρόνο προσδιοριζόμενο στη Μελέτη, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής μικρότερων ηλικιών.

Οι τρύπες που απομένουν μετά την εξαγωγή των πυρήνων πρέπει να γεμίζουν με μη συρρικνωμένο επισκευαστικό κονίαμα.

Στην περίπτωση που υπάρχει από τη Μελέτη του έργου απαίτηση αντοχών για πολύ μικρές ηλικίες (π.χ. αντοχή 8 ωρών), ο τρόπος ελέγχου αυτών πρέπει να καθορίζεται στη Μελέτη.

Έλεγχος συνάφειας και /ή πάχους επίστρωσης

Ο έλεγχος συνάφειας του Ε.Σ. με το στοιχείο επί του οποίου γίνεται η εκτόξευση πραγματοποιείται με εξόλκευση διαχωρισμένου δείγματος σύμφωνα με τη διαδικασία που ενδεικτικά παρουσιάζεται στο Σχήμα 7 και σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 14488-4 και ΕΛΟΤ EN 14488-6, για τη δοκιμή αντοχής σε εφελκυσμό της διεπιφάνειας και το πάχος της επίστρωσης, αντίστοιχα.



Στο στοιχείο από Ε.Σ. διαχωρίζεται με περιστροφικό δράπανο, εφοδιασμένο με κατάλληλο κοπτικό, κύλινδρος διαμέτρου 50 έως 100 mm με άξονα κάθετο προς την υπό έλεγχο επιφάνεια πρόσφυσης, που φτάνει 20-30 mm εντός του υποστρώματος (εκτός αν διαφορετικά προβλέπεται στην Μελέτη).

Στην εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου επικολλάται, κεντρικά, μεταλλική κεφαλή, κάθετα προς τον άξονά του, επί της οποίας προσαρμόζεται εξολκέας για την εφαρμογή δύναμης έλξης για αποκόλληση του δοκιμίου. Η δύναμη εξόλκευσης εφαρμόζεται στην κατεύθυνση του άξονα του κυλίνδρου με ρυθμό 1,0-3,0 MPa/min και καταγράφεται το μέγεθός της όταν επέλθει η αστοχία. Η περιοχή στήριξης του εξολκέα γίνεται εκτός της επιφάνειας του δείγματος.

Όταν το υπόστρωμα είναι από σκυρόδεμα και έχει μικρό πάχος, μπορεί ο διαχωρισμός του κυλίνδρου να είναι διαμπερής. Στις περιπτώσεις αυτές το δείγμα που αποκόπτεται, (αποτελούμενο από το εκ σκυροδέματος υπόστρωμα και Ε.Σ.) συσκευάζεται, περισφίγγεται με ταινία και μεταφέρεται στο εργαστήριο προστατευόμενο από κραδασμούς και δοκιμάζεται σε καθαρό εφελκυσμό.

Η εφαρμογή της εφελκυστικής δύναμης γίνεται μέσω δύο μεταλλικών πλακών που επικολλώνται για τον σκοπό αυτό στις δύο απέναντι βάσεις του κυλινδρικού δοκιμίου κάθετα προς τον άξονα του (Σχήμα 8). Η εφελκυστική δύναμη εφαρμόζεται στην κατεύθυνση του άξονα του κυλίνδρου με ρυθμό 1,0 έως 3,0 MPa/min και καταγράφεται το μέγεθός της όταν επέλθει η αστοχία.

Για τον έλεγχο συνάφειας απαιτούνται κατ' ελάχιστον 3 δοκίμια ανά 30 m³, ή 300 m² Ε.Σ. (οποιοδήποτε είναι μικρότερο). Το πλήθος των δοκιμών μπορεί να αυξηθεί με απόφαση της Επίβλεψης αν ο οπτικός ή/και ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος υποδεικνύουν πιθανή παρουσία ελαττωμάτων.

Η αποκοπή όλων των δειγμάτων πρέπει να γίνεται 28 + 1 ημέρες, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής 28 ημερών ή σε χρόνο προσδιοριζόμενο από τη Μελέτη, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής μικρότερων ηλικιών. Οι τρύπες που απομένουν μετά την εξαγωγή των πυρήνων πρέπει να γεμίζουν με μη συρρικνούμενο επισκευαστικό κονίαμα.

Έλεγχος θλιπτικής αντοχής

Όταν η θλιπτική αντοχή ελέγχεται με εργαστηριακές δοκιμές κατηγορίας Ε1, η θλιπτική αντοχή των δοκιμών πρέπει να ικανοποιεί τους παρακάτω κανόνες αποδοχής:

$\bar{X}_n = \sum_{i=1}^n X_i \geq f_{ck} + 1.6 S$	Πρώτος κανόνας (1)	$X_i \geq f_{ck} - 2 \text{ (MPa)}$	Δεύτερος κανόνας (2)
--	--------------------	-------------------------------------	----------------------

όπου:	f_{ck}	η χαρακτηριστική αντοχή κύβου (διαστάσεων 150 × 150 mm) που προδιαγράφεται στην Μελέτη	
	X_i	η θλιπτική αντοχή κύβου κάθε δοκιμίου	
	$\bar{X}_n$	η μέση τιμή (n) διαδοχικών μετρήσεων	
	$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_n)^2}{n-1}}$	η τυπική απόκλιση που λαμβάνεται κατ' ελάχιστον 2,5 MPa	

Σε μεγάλα έργα, τα παραπάνω κριτήρια συμμόρφωσης ελέγχονται ανά εξάδες δοκιμών, μετά την συμπλήρωση έξι διαδοχικών δειγματοληψιών.

Στην περίπτωση που ελέγχεται η θλιπτική αντοχή με εργαστηριακές δοκιμές κατηγορίας E2 οι κανόνες αποδοχής που περιγράφηκαν για τις δοκιμές E1 τροποποιούνται ως ακολούθως:

$\bar{X}_n = \sum_{i=1}^n X_i \geq f_{ck}$	Πρώτος κανόνας (1)	$X_i \geq 0.75 f_{ck}$	Δεύτερος κανόνας (2)
--	--------------------	------------------------	----------------------

όπου:	f_{ck}	η χαρακτηριστική αντοχή κύβου (διαστάσεων 150 × 150 mm) που προδιαγράφεται στην Μελέτη	
	X_i	η θλιπτική αντοχή κύβου κάθε δοκιμίου	
	$\bar{X}_n$	η μέση τιμή (n) διαδοχικών μετρήσεων	

Έλεγχος συνάφειας

Η επέμβαση είναι αποδεκτή όταν κατά τον σχετικό εργαστηριακό έλεγχο που γίνεται είτε με εξόλκευση επί τόπου του έργου, είτε με δοκιμή καθαρού εφελκυσμού στο εργαστήριο, η αστοχία δεν επέρχεται στην διεπιφάνεια Ε.Σ. και υποστρώματος.

Αν η αστοχία συμβεί στη διεπιφάνεια, πρέπει η εκτιμώμενη τάση συνάφειας να είναι μικρότερη από την τιμή που προδιαγράφεται στη Μελέτη ή άλλως το 1/20 της απαιτούμενης χαρακτηριστικής τιμής θλιπτικής αντοχής του Ε.Σ. και τουλάχιστον το 1 MPa.

6.5 Επανελέγχοι – διορθωτικά μέτρα

Επανελέγχος θλιπτικής αντοχής

Όταν κατά τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής που γίνεται (κατά τα προαναφερθέντα) με εργαστηριακές δοκιμές κατηγορίας είτε E1 είτε E2, δεν ικανοποιείται ένας τουλάχιστον κανόνας αποδοχής, πρέπει να ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία επανελέγχου.

Σε κάθε κατηγορία ελέγχου (E1 ή E2) στην περίπτωση που δεν ικανοποιείται ένας ή και οι δύο κανόνες αποδοχής ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία :

Από την περιοχή του έργου που προέρχεται το δοκίμιο με την μικρότερη αντοχή, λαμβάνονται δύο πυρήνες, των οποίων ο μέσος όρος πολλαπλασιασμένος με 1,25 και αντικαθιστά την αντοχή X_i του ασθενέστερου δοκιμίου και ελέγχονται οι κανόνες αποδοχής.

Βασική προϋπόθεση εφαρμογής των παραπάνω διαδικασιών είναι η δυνατότητα λήψης πυρήνων Ε.Σ. με διαστάσεις ίδιες με αυτές των συμβατικών δοκιμών. Σε όσες περιπτώσεις αυτό είναι αδύνατο, τα δοκίμια μπορούν να ληφθούν με μικρότερες διαστάσεις υπό την προϋπόθεση ότι τεκμηριώνεται αξιόπιστα, η αναγωγή των αντοχών τους σε συμβατικά δοκίμια. Οι τρύπες που απομένουν μετά την εξαγωγή των πυρήνων πρέπει να γεμίζουν με μη συρρικνούμενο επισκευαστικό κονίαμα.

Επανελέγχος συνάφειας

Αν τα αποτελέσματα της δοκιμής συνάφειας δεν ικανοποιούν το σχετικό κριτήριο αποδοχής, ο έλεγχος συνεχίζεται σε δύο νέες θέσεις γειτονικών περιοχών για κάθε δοκίμιο που κρίθηκε ανεπαρκές. Αν και πάλι δεν ικανοποιείται το σχετικό κριτήριο αποδοχής ο έλεγχος συνεχίζεται με τον ίδιο τρόπο, επιλέγοντας δύο νέες θέσεις γειτονικών περιοχών για κάθε δοκίμιο που κρίθηκε ανεπαρκές, και περαιώνονται οι έλεγχοι. Αν τα αποτελέσματα των νέων δοκιμών ικανοποιούν το σχετικό κριτήριο η εργασία θεωρείται αποδεκτή.

Διορθωτικά μέτρα

Σε κάθε περίπτωση που τα αποτελέσματα του οπτικού, μηχανικού (κρουστικού) ή εργαστηριακού ελέγχου αποδείξουν ότι το παραχθέν προϊόν δεν έχει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά, τα στοιχεία των ελέγχων αξιολογούνται από τον Μελετητή, ο οποίος είναι αρμόδιος να διερευνήσει και να προτείνει άλλη κατάλληλη μέθοδο επανελέγχου και αξιολόγησης του υπό αμφισβήτηση τμήματος του έργου.

Αν και πάλι δεν ικανοποιούνται οι έλεγχοι ο Μελετητής είναι αρμόδιος να προτείνει τις αναγκαίες διορθωτικές ενέργειες, στην έκταση που απαιτεί η ασφάλεια και λειτουργικότητα του Έργου.

6.6 Υποχρέωση εφαρμογής ελέγχων

Οι έλεγχοι όπως οπτικός, γεωμετρικός και μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος, κάθε εργασίας επέμβασης που εκτελείται με Ε.Σ., είναι υποχρεωτικοί. Επίσης υποχρεωτικός είναι ο εργαστηριακός προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος με δοκιμές της κατηγορίας Ε1. Λοιποί εργαστηριακοί έλεγχοι πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη ή την Σύμβαση του έργου. Απουσία ειδικής προς τούτο αναφοράς, οι έλεγχοι θλιπτικής αντοχής και συνάφειας με δοκιμές της κατηγορίας Ε2 θεωρούνται υποχρεωτικοί.

7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η εργασία επιμετράται κατά τον όγκο του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Ε.Σ.) που διαστρώθηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη και τις υποδείξεις της Αρμόδιας Αρχής.

Ποσότητες που διαστρώθηκαν καθ' υπέρβαση των προβλεπόμενων διαστάσεων δεν επιμετρώνται.

Δεν επιμετρείται χωριστά και περιλαμβάνεται στην ως άνω επιμέτρηση το Ε.Σ. που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή των δοκιμαστικών τμημάτων ή σε επισκευές αστοχιών ή για διευκόλυνση του Αναδόχου ή χρησιμοποιήθηκε χωρίς έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

Στις ως άνω επιμετρούμενες μονάδες εργασιών περιλαμβάνονται:

- (1) Η προμήθεια και αποθήκευση και φύλαξη των πάσης φύσεως υλικών και η μεταφορά τους στο εργοτάξιο.
- (2) Η μεταφορά του εξοπλισμού στο εργοτάξιο και την φύλαξή του.
- (3) Η χρήση και συντήρηση του εξοπλισμού.
- (4) Οι εργασίες προετοιμασίας της επιφάνειας διάστρωσης πέραν των προβλεπόμενων στις σχετικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-01-02 για σκυρόδεμα, ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-01-02 για τοιχοποιία και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-09-01 για χάλυβα).
- (5) Η ανάμιξη, μεταφορά-προώθηση και εφαρμογή του Ε.Σ.
- (6) Οι εργασίες διαμόρφωσης τελικής επιφάνειας και συντήρησης.
- (7) Η απομάκρυνση του ανακλώμενου, και του υπερψεκαζόμενου υλικού και άλλων τυχόν αχρήστων.

- (8) Η λήψη των δοκιμών με τους εργαστηριακούς ελέγχους και η αποκατάσταση της περιοχής από όπου θα αποκοπούν τα δοκίμια – πυρήνες.
- (9) Η εκτέλεση των προβλεπόμενων ελέγχων.
- (10) Οι διορθωτικές παρεμβάσεις που πιθανόν να απαιτηθούν για την αποκατάσταση μη συμμορφώσεων.

Παράρτημα Α (πληροφοριακό)

Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος

A.1 Γενικά

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

Θα τηρούνται επίσης 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 Μέτρα υγείας και ασφάλειας

Επισημαίνονται οι ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις:

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς την Οδηγία 92/57/ΕΕ "Ελάχιστες Απαιτήσεις Υγείας και Ασφάλειας Προσωρινών και Κινητών Εργοταξίων" (όπως ενσωματώθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία με το ΠΔ 305/96) καθώς επίσης και η συμμόρφωση με την Ελληνική Νομοθεσία στα θέματα υγιεινής και ασφάλειας (Π.Δ. 17/96 και 159/99 κ.λπ.).

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).

Σε περίπτωση χρήσης εξοπλισμού που λειτουργεί υπό υψηλή πίεση ή/και θερμοκρασία, απαιτείται πλήρης εξάρτηση του προσωπικού, σύμφωνα με τις διατάξεις του ΠΔ 396/94 (συμμόρφωση προς την Οδηγία 89/656/ΕΟΚ) (βλ. Βιβλιογραφία).

Ο απαιτούμενος για την εκτέλεση των έργων μηχανικός εξοπλισμός τόσο του Αναδόχου όσο και των υπεργολάβων θα είναι επαρκώς συντηρημένος, σύμφωνα με τις οδηγίες των εργοστασίων κατασκευής και θα απασχολούνται μόνον εκπαιδευμένοι χειριστές/ οδηγοί, κάτοχοι των αδειών που προβλέπονται από τις κείμενες διατάξεις ανά τύπο μηχανήματος/ οχήματος.

Οι εργαζόμενοι πρέπει σε κάθε περίπτωση 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
Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων	ΕΛΟΤ EN 388
Βιομηχανικά κράνη ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN 397
Προστασία ματιών και προσώπου για χρήση στην εργασία - Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις	ΕΛΟΤ EN ISO 16321-1
Προστασία ματιών και προσώπου κατά την εργασία - Μέρος 3: Πρόσθετες απαιτήσεις για προστατευτικά τύπου πλέγματος	ΕΛΟΤ EN ISO 16321-3

Πέραν από τους συνήθεις κινδύνους που εμφανίζονται στις εργασίες όλων των οικοδομικών έργων, όπως αυτοί που αφορούν την μεταφορά, απόθεση και διακίνηση υλικών και εξοπλισμού, την χρήση ικριωμάτων, την χρήση εργαλείων χειρός ή ηλεκτροκίνητων, ως ειδικότεροι κίνδυνοι κατά την εκτέλεση των εργασιών επεμβάσεων με μανδύες εκτοξευόμενου σκυροδέματος:

- α) Οι σχετικοί με τη χρήση και εφαρμογή των εποξειδικών υλικών (βλ. και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-07-01).
- β) Ο κίνδυνος υγείας των εργαζομένων λόγω της αιωρούμενης σκόνης και της ρύπανσης του αέρα.
- γ) Ο κίνδυνος για βλάβη στο δέρμα και τα μάτια λόγω ερεθισμού από πρόσμικτα υψηλής αλκαλικότητας.
- δ) Ο κίνδυνος εκρηκτικής αστοχίας των συνδέσμων και των σωληνώσεων προώθησης του υλικού.
- ε) Ο κίνδυνος για το προσωπικό στην περίπτωση προσπάθειας απεγκλωβισμού υλικού στις σωληνώσεις και στο ακροφύσιο.

Όταν εκτελείται η εκτόξευση σκυροδέματος, ο χώρος εργασίας πρέπει να αερίζεται επαρκώς και οι εργαζόμενοι να φορούν φόρμα πλήρους προστασίας του σώματος και να έχουν πλήρη κάλυψη κεφαλής. Εφίσταται η προσοχή στην λήψη μέτρων περιορισμού της σκόνης. Σε κάθε περίπτωση και ειδικότερα στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η ξηρή μέθοδος ανάμιξης, σε κλειστούς χώρους και ο αερισμός του χώρου κρίνεται ανεπαρκής από την Επίβλεψη, οι εργαζόμενοι πρέπει να φορούν κράνος προστασίας με εξωτερική παροχή αέρα για την αναπνοή. Ο παρεχόμενος αέρας πρέπει να διέρχεται από φίλτρο για την συγκράτηση των αιωρούμενων σωματιδίων.

Επιδιώκεται η χρήση προσμίκτων/προσθέτων με ελάχιστη περιεκτικότητα σε αλκάλια.

Επίσης απαιτείται καθημερινή επιθεώρηση της κατάστασης των σωληνώσεων της εγκατάστασης και της αρτιότητας προσαρμογής των συνδέσμων.

Στην περίπτωση εγκλωβισμού του υλικού στις σωληνώσεις ή στο ακροφύσιο ακολουθούνται οι παρακάτω ενέργειες:

- Διακόπτονται οι παροχές αέρα και νερού καθώς και η λειτουργία της μηχανής ανάδευσης.
- Σταθεροποιείται ο σωλήνας προώθησης του υλικού και το ακροφύσιο για προστασία από πιθανές ανεξέλεγκτες παλινδρομήσεις.
- Αποσυναρμολογούνται οι συνδέσεις όταν η πίεση στον σωλήνα έχει υποχωρήσει προσέχοντας να μην βρεθούν άτομα του προσωπικού μπροστά από το στόμιο των σωλήνων.

A.3 Μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος

Σε κάθε περίπτωση έχουν εφαρμογή οι Περιβαλλοντικοί Όροι και τα προβλεπόμενα στην εγκεκριμένη Περιβαλλοντική Μελέτη του έργου.

Βιβλιογραφία

- [1] ΚΤΣ 2016 - Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος.
- [2] ΚΤΧ 2008 - Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος.
- [3] ACI 506.3R-91 *Guide to Certification of Shotcrete Nozzlemen*
- [4] ΚΥΑ 36259/2010, Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ) - ΦΕΚ 1312Β / 24-08-2010 (Β' 1312).
- [5] Ν.1568/85, "Περί υγιεινής και ασφάλειας εργαζομένων" (Α' 177).
- [6] Π.Δ. 294/88, "Ελάχιστος χρόνος απασχόλησης τεχνικού ασφαλείας και γιατρού εργασίας" (Α' 138).
- [7] Π.Δ. 85/91, "Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στον θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ" (Α' 38).
- [8] Π.Δ. 396/94, "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας για την χρήση απ' τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία, σε συμμόρφωση με την οδηγία 89/656/ΕΟΚ" (Α' 220).
- [9] Π.Δ 397/94, Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ (Α' 221).
- [10] Π.Δ. 305/96, "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια έργων, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΟΚ", σε συνδυασμό με την υπ' αριθμ. 130159/7.5.97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/ 19.5.97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με τα εν λόγω Π.Δ. (Α' 212).
- [11] Π.Δ.338/2001, Προστασία της υγείας και ασφαλείας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες (Α' 227).
- [12] 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
- [13] Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή «Ελληνικές Ιπτάμενες Τέφρες» (Απόφαση αριθ. ΔΙΠΑΔ/οικ. 281/Φ200, 2007 (Β' 551).
- [14] ΥΑ 269357/01-09-2022, Αδρανή υλικά τα οποία προορίζονται για χρήση στα δημόσια έργα (Β' 4823).