

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-02-00:2009

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα υπογείων έργων και σηράγγων

Sprayed concrete for underground works and tunnels

Κλάση τιμολόγησης: 13

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-02-00 «**Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα υπογείων έργων και σηράγγων**» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2^{ης} Ομάδας Διοίκησης Έργου (2^η ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-02-00, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ ΣΤ της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «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 1501-12-03-02-00 εγκρίθηκε την 23^η Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών.

© ΕΛΟΤ 2009

Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, κανένα μέρος αυτού του Προτύπου δεν επιτρέπεται να αναπαραχθεί ή χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, περιλαμβανομένων φωτοαντιγραφής και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	5
1 Αντικείμενο	7
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	7
3 Όροι και ορισμοί	10
3.1 Ορισμοί	10
3.2 Ταξινόμηση και ονομασία εκτοξευομένου σκυροδέματος	12
4 Απαιτήσεις.....	14
4.1 Χαρακτηριστικά ενσωματούμενων υλικών	14
4.2 Σύνθεση εκτοξευομένου σκυροδέματος	15
5 Εκτέλεση της εργασίας και ανοχές	18
5.1 Ανάμιξη	18
5.2 Προετοιμασία της επιφάνειας εφαρμογής	19
5.3 Εξοπλισμός	19
5.4 Εφαρμογή	20
5.5 Ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.....	22
5.6 Αναπήδηση	22
5.7 Κατασκευαστικοί αρμοί.....	22
5.8 Επισκευές	22
5.9 Συντήρηση.....	23
5.10 Εφαρμογή σε περιοχές με χαλύβδινα πλαίσια.....	23
5.11 Εξειδίκευση των χειριστών.....	23
5.12 Εφαρμογή σε συνθήκες ψυχρού καιρού	23
6 Δοκιμές – Έλεγχοι	23
6.1 Κατηγορίες επιθεώρησης	24
6.2 Έλεγχος διαδικασίας παραγωγής	24
6.3 Κριτήρια συμμόρφωσης	27
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος	29

7.1	Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών	29
7.2	Μέτρα υγείας – ασφάλειας	30
7.3	Κίνδυνοι και μέτρα για το περιβάλλον	32
8	Τρόπος επιμέτρησης εργασιών	33
8.1	Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.....	33
8.2	Πυριτική παιπάλη εκτοξευόμενου σκυροδέματος.....	34
8.3	Ίνες.....	34
8.4	Χαλύβδινοι οπλισμοί.....	35
8.5	Εναλλακτικός τρόπος επιμέτρησης.....	35

Εισαγωγή

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

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



Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα υπογείων έργων και σηράγγων

1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στη διάθεση του απαραίτητου εργατικού δυναμικού, των υλικών, του κατάλληλου εξοπλισμού και την εκτέλεση κάθε είδους εργασίας που είναι απαραίτητη για την παραγωγή και εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε σήραγγες και σε υπόγεια έργα κάθε είδους και μορφής, σε οποιαδήποτε διατομή και σε οποιαδήποτε θέση στην διατομή της (θόλος, παρειές, θεμέλια), σε ευθύγραμμο ή/και καμπύλο τμήματα (σε οριζοντιογραφία ή/και μηκοτομή), στις θέσεις τοποθέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (φωλίες, διευρύνσεις, κανάλια κ.λπ.), σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη και τις επί τόπου συνθήκες του γεωυλικού. Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μπορεί να είναι βοηθητικού σκοπού (π.χ. γενικές πληρώσεις, εξομάλυνση ανωμαλιών κ.λπ.) ή κύριου σκοπού με στατικές απαιτήσεις κανονικού ή εξαιρετικού χαρακτήρα και με προσωρινό ή μόνιμο προορισμό (περιορισμένης ή μόνιμης διάρκειας ανθεκτικότητα).

2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή στην παρούσα, όταν θα ενσωματωθούν σε αυτή, με τροποποίηση ή αναθεώρησή της. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01	Tunnel excavation with conventional means - Υπόγεια εκσκαφή σηράγγων με συμβατικά μέσα
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-02	Tunnel excavation with full-facers or roadheaders - Υπόγεια εκσκαφή σηράγγων με μηχανικά μέσα ολομέτωπης ή σημειακής κοπής
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-08-00	Reinforcement meshes for sprayed concrete in tunnels – Πλέγματα οπλισμού εκτοξευόμενου σκυροδέματος σηράγγων
ΕΛΟΤ EN 14487-1	Sprayed concrete - Part 1: Definitions, specifications and conformity - Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα - Μέρος 1: Ορισμοί, προδιαγραφές και συμμόρφωση
ΕΛΟΤ EN 14487-2	Sprayed concrete - Part 2: Execution - Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα - Μέρος 2: Εκτέλεση εργασιών
ΕΛΟΤ EN 14488-1	Testing sprayed concrete - Part 1 : Sampling fresh and hardened concrete - Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Δειγματοληψία νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος
ΕΛΟΤ EN 14488-2	Testing sprayed concrete - Part 2: Compressive strength of young sprayed concrete - Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 2: Αντοχή σε θλίψη εκτοξευόμενου σκυροδέματος μικρής ηλικίας
ΕΛΟΤ EN 14488-3	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
ΕΛΟΤ EN 14488.04+A1	Testing sprayed concrete - Part 4: Bond strength of cores by direct tension - Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 4: Αντοχή συνάφειας με άμεσο εφελκυσμό πυρήνων
ΕΛΟΤ EN 14488.05	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 επιπέδων δοκιμών
ΕΛΟΤ EN 14488.06	Testing sprayed concrete - Part 6: Thickness of concrete on a substrate - Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 6: Πάχος σκυροδέματος επί υποστρώματος
ΕΛΟΤ EN 14488.07	Testing sprayed concrete - Part 7: Fibre content of fibre reinforced concrete - Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος - Μέρος 7: Περιεκτικότητα σε ίνες σκυροδέματος ενισχυμένου με ίνες
ΕΛΟΤ EN 197-1	Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύσταση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα.
ΕΛΟΤ EN 206-1	Concrete Part 1 : Specification, performance production and conformity -- Σκυρόδεμα - Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή, συμμόρφωση.
ΕΛΟΤ EN 934-2/A1	Admixtures for concrete, mortar and grout - Concrete admixtures- Part 2: Definitions, requirements, conformity, marking and labelling - Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Πρόσθετα σκυροδέματος - Μέρος 2: - Ορισμοί, απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση
ΕΛΟΤ EN 934-5	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
ΕΛΟΤ EN 934-6 E2	Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 6 : Sampling, conformity control and evaluation of conformity - Πρόσθετα σκυροδέματος κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 6 : Δειγματοληψία, έλεγχος συμμόρφωσης και εκτίμηση της συμμόρφωσης
ΕΛΟΤ EN 1008	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.
ΕΛΟΤ EN 1504.03	Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 3: Structural and non-structural repair - Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή δομημάτων από σκυρόδεμα - Ορισμοί, απαιτήσεις, έλεγχος ποιότητας και αξιολόγηση της συμμόρφωσης - Μέρος 3: Επισκευή φερόντων και μή φερόντων στοιχείων
ΕΛΟΤ EN 1542	Products and system for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Measurement of bond strength by pull-of - Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή κατασκευών από σκυρόδεμα - Μέθοδοι δοκιμής - Μέτρηση της αντοχής συγκόλλησης με εξόλκευση

ΕΛΟΤ EN 12350-2 E2	Testing fresh concrete - Part 2: Slump-test - Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 2: Δοκιμή καθίζησης
ΕΛΟΤ EN 1239.03	Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens - Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 3: Αντοχή σε θλίψη δοκιμίων
ΕΛΟΤ EN 12350.05 E2	Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test - Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 5: Δοκιμή σε τράπεζα εξαπλώσεως
ΕΛΟΤ EN 12350.06 E2	Testing fresh concrete - Part 6: Density - Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 6: Πυκνότητα
ΕΛΟΤ EN 12390-5	Testing hardened concrete - Part 5: Flexural strength of test specimens - Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 5: Αντοχή σε κάμψη δοκιμίων
ΕΛΟΤ EN 12390-7	Testing hardened concrete - Part 7: Density of hardened concrete - Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 7: Πυκνότητα σκληρυμένου σκυροδέματος
ΕΛΟΤ EN 12390-8	Testing hardened concrete - Part 8: Depth of penetration of water under pressure - Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 8: Βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση
ΕΛΟΤ EN 12504-1	Testing concrete in structures - Part 1: Cored specimens - Taking, examining and testing in compression - Δοκιμές σκυροδέματος στις κατασκευές - Μέρος 1: Δοκίμια πυρήνων - Λήψη, εξέταση και δοκιμή σε θλίψη
ΕΛΟΤ EN 12504-3	Testing concrete in structures - Part 3: Determination of pull-out force - Δοκιμές σκυροδέματος στις κατασκευές - Μέρος 3: Προσδιορισμός της δύναμης εξόλκευσης
ΕΛΟΤ EN 12620+A1	Aggregates for concrete - Αδρανή για σκυρόδεμα
ΕΛΟΤ EN 13412 E2	Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Determination of modulus of elasticity in compression - Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή δομημάτων από σκυρόδεμα - Μέθοδοι δοκιμής - Προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας σε θλίψη
ISO 758:1976,	Liquid chemical products for industrial use -- Determination of density at 20 degrees C -- Χημικά προϊόντα δε υγρή μορφή για βιομηχανική χρήση. Προσδιορισμός της πυκνότητας σε θερμοκρασία 20°C.
ΕΛΟΤ CEN/TS 12390.09	Testing hardened concrete - Part 9: Freeze-thaw resistance - Scaling - Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 9: Αντίσταση σε ψύξη-απόψυξη - Απολέπιση
ΕΛΟΤ EN 933-1	Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method - Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 1: Προσδιορισμός του διαγράμματος κόκκομετρίας - Μέθοδος με κόσκινα
ΕΛΟΤ EN 863	Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance - Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση.
ΕΛΟΤ EN 397 A/1	Industrial safety helmets (Amendment A1: 2000) - Κράνη προστασίας.
ΕΛΟΤ EN 388 E2	Protective gloves against mechanical risks -- Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων
ΕΛΟΤ EN ISO 20345	Safety Footwear for Professional Use - Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση

ΕΛΟΤ EN 136 E2	Respiratory protective devices - Full face masks - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Μάσκες ολοκλήρου προσώπου - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 140 E2	Respiratory protective devices - Gas filters and combined filters - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φίλτρα αερίων και φίλτρα συνδυασμού - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 143/A1	Respiratory protective devices - Particle filters - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φίλτρα για σωματίδια - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC	Respiratory protective devices - Filtering half masks to protect against particles - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτράσκειες για προστασία έναντι σωματιδίων - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 405 E2	Respiratory protective devices - Valved filtering half masks to protect against gases or gases and particles - Requirements, testing, marking - Μέσα προστασίας της αναπνοής - Φιλτράσκειες με βαλβίδα για προστασία από αέρια ή αέρια και σωματίδια - Απαιτήσεις, δοκιμές, σήμανση
ΕΛΟΤ EN 352.01 E2	Hearing protectors - General requirements - Part 1: Ear-muffs - Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 1: Ωτοασπίδες
ΕΛΟΤ EN 352.02 E2	Hearing protectors - General requirements - Part 2: Ear-plugs - Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 2: Ωτοβύσματα
ΕΛΟΤ EN 352.03 E2	Hearing protectors - General requirements - Part 3: Ear-muffs attached to an industrial safety helmet - Μέσα προστασίας της ακοής - Γενικές απαιτήσεις - Μέρος 3: Ωτοασπίδες επί βιομηχανικού κράνους ασφαλείας
ΕΛΟΤ EN 352.04	Hearing protectors - Safety requirements and testing - Part 4: Level-dependent ear-muffs - Μέσα προστασίας της ακοής - Απαιτήσεις ασφάλειας και δοκιμές - Μέρος 4: Ωτοασπίδες με εξασθένιση εξαρτώμενη από τη στάθμη του θορύβου

3 Όροι και ορισμοί

3.1 Ορισμοί

Για τους σκοπούς του παρόντος προτύπου εφαρμόζονται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί.

3.1.1 Ακροφύσιο νοείται η διάταξη απόληξης της σωλήνας μεταφοράς του εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Η διάταξη αποτελείται από μονάδα ανάμιξης, στην οποία, ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη μέθοδο, εισπνέζονται εντός της ροής του βασικού αναμίγματος νερό, πεπιεσμένος αέρας ή/και πρόσθετα και πρόσμικτα.

3.1.2 Αναπήδηση (rebound) του εκτοξευόμενου σκυροδέματος χαρακτηρίζεται το φαινόμενο κατά το οποίο μέρος των εκτοξευόμενων υλικών αναπηδούν - ανακλώνται επί της επιφάνειας εφαρμογής και δεν ενσωματώνονται τελικά στην σχηματιζόμενη στρώση σκυροδέματος επί της εν λόγω επιφάνειας.

3.1.3 Βασικό ανάμιγμα νοείται ανάμιγμα σκυροδέματος που παραλαμβάνεται είτε σαν έτοιμο ανάμιγμα είτε αναμινύεται επί τόπου, με σκοπό να τροφοδοτήσει τον εξοπλισμό εκτόξευσης και να οδηγηθεί στο ακροφύσιο εκτόξευσης.

3.1.4 Δοκιμές πριν την έναρξη της κατασκευής (preconstruction test) νοούνται οι δοκιμές με το προτεινόμενο προσωπικό, υλικά, εξοπλισμό και μέθοδο εκτόξευσης και τις οποίες ο Ανάδοχος πρέπει να εκτελέσει πριν την έναρξη των εργασιών για να εξασφαλίσει την επίτευξη των προδιαγεγραμμένων ιδιοτήτων.

3.1.5 Εκτίμηση συμμόρφωσης (assessment of conformity) νοείται η συστηματική εξέταση του βαθμού στον οποίο μία κατασκευαστική διαδικασία και ένα προϊόν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις.

3.1.6 Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (shotcrete ή guniting ή sprayed concrete) ορίζεται το σκυρόδεμα που διαστρώνεται πάνω σε μία επιφάνεια με εκτόξευσή του από ακροφύσιο, ώστε να σχηματίζει στρώση σκυροδέματος με συνάφεια πάνω στην εν λόγω επιφάνεια.

3.1.7 Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα αναφοράς νοείται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στο οποίο χρησιμοποιούνται όλα τα ενσωματούμενα υλικά, χωρίς τον επιταχυντή, για τον καθορισμό των αλλαγών και επιδράσεων στις μηχανικές του ιδιότητες.

3.1.8 Επιθεώρηση (inspection) νοείται το σύνολο των ενεργειών που αναλαμβάνονται για τον έλεγχο και την επιβεβαίωση ότι η εκτέλεση των εργασιών γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του έργου.

3.1.9 Εργοστασιακώς αναμιγμένο ξηρό ανάμιγμα νοείται το ξηρό ανάμιγμα που παραλαμβάνεται επί τόπου προς χρήση σε σάκους ή σιλό.

3.1.10 Ίνες είναι μικρού διακριτού μήκους στοιχεία από χάλυβα, οργανικά πολυμερή, γυαλί ή πολυκαρβονικά υλικά, επαρκώς μικρού μεγέθους ώστε να κατανέμονται και να διασκορπίζονται ομοιόμορφα στην μάζα του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

3.1.11 Ισοδύναμη διάμετρος ίνας νοείται η διάμετρος ενός κύκλου με επιφάνεια ίση με την επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής μίας μη κυκλικής ίνας.

3.1.12 Καμπτική αντοχή κατά την αστοχία (ultimate flexural strength) νοείται η τάση που αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο το οποίο μπορεί να αναλάβει ένα δοπλο ή ινοπλισμένο σκυρόδεμα όταν υπόκειται σε μία καμπτική δοκιμή όπως αυτή ορίζεται στα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 12390-5 και ΕΛΟΤ EN 14488-3.

3.1.13 Κατηγορία επιθεώρησης (inspection class) νοείται το σύνολο των αντικειμένων που θα επιθεωρηθούν και η έκταση της επιθεώρησης, με αναφορά σε τρεις κατηγορίες επιθεώρησης.

3.1.14 Κατηγορία πρώιμης ανάπτυξης (early development class) νοείται η έκταση της πρώιμης πήξης και η πρώιμη ανάπτυξη αντοχής μέχρι και τις 24 ώρες.

3.1.15 Λόγος σχήματος ινών (aspect ratio of fibres) νοείται ο λόγος του μήκους προς την διάμετρο ή την ισοδύναμη διάμετρο της ίνας.

3.1.16 Μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής (first peak flexural strength) νοείται η τάση που αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο στο οποίο ανθίσταται ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα όταν υπόκειται σε δοκιμή κάμψης όπως προδιαγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-3.

3.1.17 Μεταφορά αραιής ροής νοείται η μεταφορά του βασικού ξηρού ή υγρού αναμίγματος μέσω σωληνώσεων σε ένα συνεχές ρεύμα υψηλής πίεσης αέρα προς το ακροφύσιο και όπου η δύναμη και η ενέργεια μεταφοράς χρησιμοποιείται για την εκτόξευση και συμπύκνωση του αναμίγματος.

3.1.18 Μεταφορά πυκνής ροής νοείται η τεχνική μεταφοράς με αντλία σκυροδέματος, χωρίς χρήση πεπιεσμένου αέρα, του υγρού αναμίγματος στο ακροφύσιο όπου εκτοξεύεται και συμπυκνώνεται πνευματικά με χρήση αέρα κατάλληλα υψηλής πίεσης. Η τεχνική εφαρμόζεται μόνο στην υγρή μέθοδο.

3.1.19 Νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα νοείται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με ηλικία μέχρι 24 ώρες από την κατασκευή του σχετικού στοιχείου.

3.1.20 Νωπό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (fresh sprayed concrete) νοείται αυτό πριν την πήξη του.

3.1.21 Ξηρό ανάμιγμα νοείται το βασικό ανάμιγμα με μέγιστη περιεχόμενη υγρασία μικρότερη από 0,5%, που προορίζεται για χρήση στην ξηρή μέθοδο.

3.1.22 Ξηρή μέθοδος νοείται η μέθοδος εκτόξευσης ξηρού αναμίγματος όπου η απαιτούμενη ποσότητα του νερού ή πρόσθετου νερού εισάγεται στο ακροφύσιο.

3.1.23 Παραμένουσα αντοχή (residual strength) νοείται η υπολογιζόμενη τάση σε ινοπλισμένο σκυρόδεμα που αντιστοιχεί σε ένα φορτίο, στην καμπύλη φορτίου - παραμόρφωσης, όπως καταγράφεται σε μία καμπτική δοκιμή όπως αυτή ορίζεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-3.

3.1.24 Προδιαγεγραμμένη κατηγορία τελικής αντοχής σκυροδέματος νοείται η αντοχή θλίψης κυλινδρικών δοκιμών που προδιαγράφεται για ηλικία 28, 56 ή 90 ημερών και η οποία πρέπει να επιβεβαιώνεται βάσει δοκιμών ποιότητας.

3.1.25 Προκαταρκτικές δοκιμές (preliminary test) νοούνται οι δοκιμές που ελέγχουν την απαιτούμενη σύνθεση του εκτοξευομένου σκυροδέματος ώστε να ικανοποιούνται όλες οι προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις στην νωπή και σκληρυμένη κατάσταση.

3.1.26 Σκιάσεις (shadow effect) νοείται το φαινόμενο πτωχής συμπύκνωσης του σκυροδέματος ή παρουσίας κενών στην νωτιαία παρεία στοιχείων όπως π.χ. μία ράβδος οπλισμού στην οποία η εκτόξευση λαμβάνει χώρα μόνο από την μία πλευρά.

3.1.27 Συντήρηση νοούνται τα μέτρα για μείωση των επιβλαβών συνεπειών της εξάτμισης από το σκυρόδεμα.

3.1.28 Υγρή μέθοδος νοείται η μέθοδος εκτόξευσης υγρού αναμίγματος με καθορισμένο λόγο νερού: τσιμέντο.

3.1.29 Υγρό ανάμιγμα νοείται το βασικό ανάμιγμα που προορίζεται για χρήση στην υγρή μέθοδο.

3.1.30 Ωριμο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα νοείται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με πλήρη ανάπτυξη των ιδιοτήτων του, που νοείται σε ηλικία τουλάχιστον 28 ημερών.

3.2 Ταξινόμηση και ονομασία εκτοξευομένου σκυροδέματος

3.2.1 Συνεκτικότητα (consistence) υγρού αναμίγματος

Η ταξινόμηση της συνεκτικότητας του νωπού σκυροδέματος στην παρούσα προδιαγραφή είναι εφαρμόσιμη για το υγρό ανάμιγμα πριν την εκτόξευση και θα εφαρμόζονται οι κατηγορίες συνεκτικότητας του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 206-1

3.2.2 Κατηγορίες βλαπτικότητας περιβάλλοντος

Οι οριακές τιμές για τη σύνθεση σκυροδέματος που σχετίζονται με τις κατηγορίες βλαπτικότητας περιβάλλοντος και δίνονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1: ισχύουν και για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με τις παρακάτω εξαιρέσεις:

- Οι συστάσεις για την ελάχιστη περιεκτικότητα τσιμέντου δεν εφαρμόζονται για εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Οι συστάσεις για την ελάχιστη περιεκτικότητα αέρα δεν εφαρμόζονται.

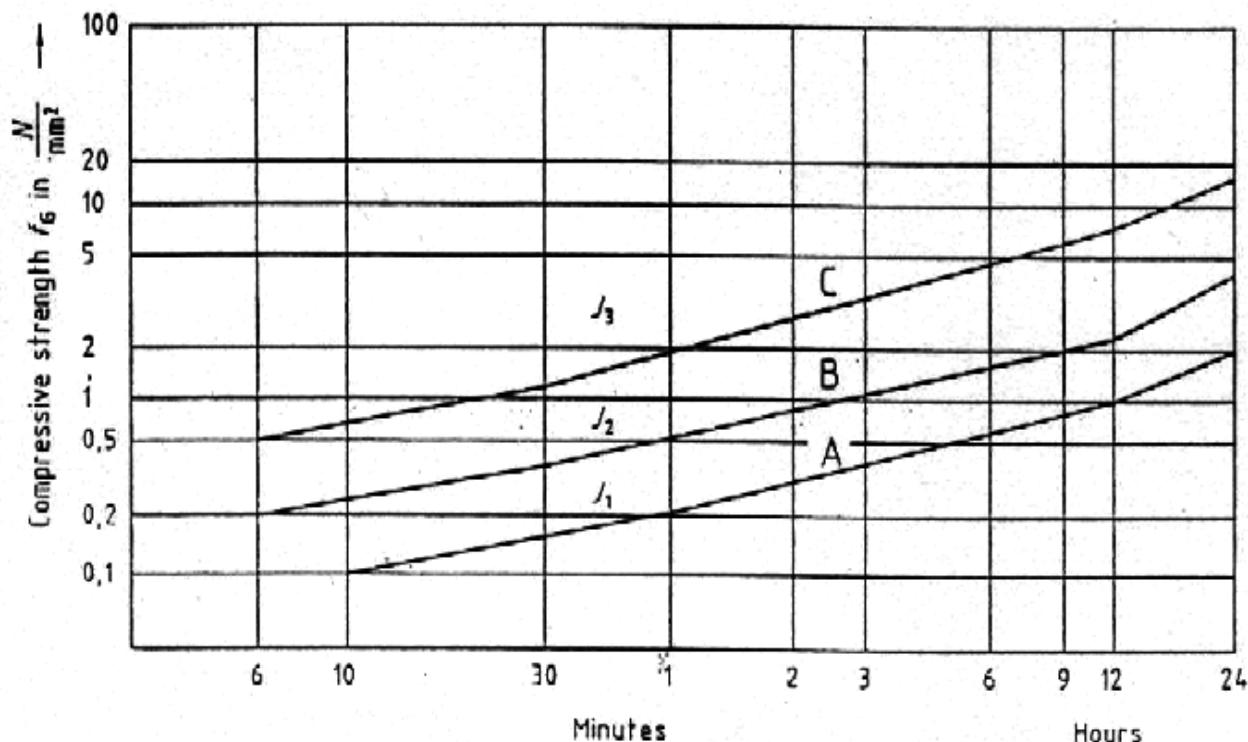
3.2.3 Νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Το νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα ταξινομείται σε περιοχές τιμών σημαντικής ανάπτυξης πρώιμης αντοχής. Η συνιστώμενη στην παρούσα Προδιαγραφή ταξινόμηση βασίζεται στο μέσο εύρος της τυπικής εξέλιξης της πήξης σύμφωνα με την επιλεγμένη μέθοδο και τις απαιτήσεις.

Όταν προδιαγράφεται η ανάπτυξη της αντοχής του νεαρού εκτοξευομένου σκυροδέματος, θα γίνεται εφαρμογή και αναφορά στις κλάσεις πρώιμης αντοχής J1, J2 ή J3 σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα 1. Η τάξη πρώιμης αντοχής J1 ορίζεται στην περιοχή μεταξύ των γραμμών A και B, η κλάση J2 στην περιοχή μεταξύ των γραμμών B και C και η κλάση J3 υπεράνω της γραμμής C.

Η ανάπτυξη της πρώιμης αντοχής θα καθορίζεται με την μέθοδο της διείσδυσης βελόνας σύμφωνα με την δοκιμή του προτύπου ΕΛΟΤ EN 14488-2 ή με την μέθοδο βλήτρου σύμφωνα με την δοκιμή του προτύπου ΕΛΟΤ EN 14488-2.

Η πρώιμη θλιπτική αντοχή του νεαρού σκυροδέματος μέχρι τις 24 ώρες μπορεί να εκτιμηθεί με διάφορες μεθόδους έμμεσων δοκιμών σύμφωνα με τον πίνακα 1.



Σχήμα 1 - Κλάσεις πρώιμης αντοχής νεαρού εκτοξευομένου σκυροδέματος

Πίνακας 1 - Περιοχές τιμών αντοχής νεαρού σκυροδέματος καθοριζόμενες με διάφορες μεθόδους

Μέθοδος	Περιοχή τιμών αντοχής νεαρού σκυροδέματος ΜΡα
ΕΛΟΤ EN 14488-2 --- Μέθοδος Α	0,2 - 1,2
ΕΛΟΤ EN 14488-2 --- Μέθοδος Β	3 - 16
ΕΛΟΤ EN 12504-3:2005	>10

3.2.4 Τελική θλιπτική αντοχή

Η θλιπτική αντοχή του εκτοξευομένου σκυροδέματος ταξινομείται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1.

3.2.5 Καμπτική αντοχή

Η καμπτική αντοχή θα δοκιμάζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12390-5 ή το ΕΛΟΤ EN 14488-3 (όποιο είναι κατάλληλο για συγκριτική θεώρηση).

3.2.6 Κλάσεις παραμένουσας αντοχής ινοπλισμένου εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Η ταξινόμηση της παραμένουσας αντοχής γίνεται με προδιαγραφή ενός επιπέδου αντοχής σε μία ορισμένη περιοχή παραμόρφωσης σύμφωνα με τον πίνακα 2, καθορίζεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-3 και υποδηλώνεται με συνδυασμό των σημείων για την προδιαγεγραμμένη περιοχή παραμορφώσεων και αντοχών π.χ. κλάση παραμένουσας αντοχής D2S2 υποδηλώνει ότι η αντοχή πρέπει να υπερβαίνει τα 2 MPa σε παραμορφώσεις 0,5, 1 και 2 mm.

Πίνακας 2 - Καθορισμός κλάσεων παραμένουσας αντοχής

Περιοχή παραμορφώσεων		Αντοχή (Ελάχιστη αντοχή MPa)			
	Παραμόρφωση mm	S1	S2	S3	S4
D1	0,5 - 1	1	2	3	4
D2	0,5 - 2				
D3	0,4 - 4				

4 Απαιτήσεις

4.1 Χαρακτηριστικά ενσωματούμενων υλικών

Τα ενσωματούμενα υλικά είναι:

- Τσιμέντο
- Αδρανή υλικά
- Νερό
- Πρόσμικτα (admixtures)
- Πρόσθετα (περιλαμβανομένων και ορυκτών fillers και χρωμάτων)
- Ίνες

Όλα τα ενσωματούμενα υλικά θα είναι καθαρά και δεν θα περιέχουν επιβλαβή συστατικά σε τέτοιες ποσότητες που να μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την ανθεκτικότητα του εκτοξευόμενου σκυροδέματος ή να προκαλέσουν διάβρωση του οπλισμού. Όλα τα υλικά θα χρησιμοποιούνται μόνο εάν είναι αποδεδειγμένης καταλληλότητας.

Η καταλληλότητα ενός υλικού θα αποδεικνύεται όταν αυτό συμμορφώνεται με ένα Πρότυπο. Οι απαιτήσεις των υλικών φαίνονται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3 - Απαιτήσεις υλικών εκτοξευόμενου σκυροδέματος

ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
Τσιμέντο	Η καταλληλότητα αποδεικνύεται για τσιμέντο που συμμορφώνεται με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197-1:.
Αδρανή υλικά	Η καταλληλότητα αποδεικνύεται για αδρανή που συμμορφώνονται με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12620.
Νερό	Το νερό θα συμμορφώνεται προς το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1008
Πρόσμικτα	Τα πρόσμικτα θα συμμορφώνονται προς τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 934-2: και/ή ΕΛΟΤ EN 934-5 και EN 934-6:
Πρόσθετα περιλαμβανομένων και ορυκτών	Τα πρόσθετα θα συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις που εξειδικεύονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1.

ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
fillers και χρωμάτων)	
Ίνες	Οι μεταλλικές ίνες θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προσαρτήματος Β του ΕΛΟΤ EN 14487-1 Άλλου τύπου ίνες θα ικανοποιούν τις παραπάνω γενικές απαιτήσεις.

4.2 Σύνθεση εκτοξευομένου σκυροδέματος

4.2.1 Γενικά

Οι αναλογίες των υλικών θα επιλέγονται ώστε να ικανοποιείται το σύνολο των κριτηρίων και των απαιτήσεων επιτελεσματικότητας τόσο του νωπού όσο και του σκληρυμένου εκτοξευομένου σκυροδέματος, που περιλαμβάνουν τη συνεκτικότητα (για το υγρό ανάμιγμα), αντοχή, αντοχή σε κάμψη, πλαστιμότητα, πυκνότητα, ανθεκτικότητα, στεγανότητα, υδατοπερατότητα, προστασία των ενσωματούμενων μεταλλικών στοιχείων έναντι διάβρωσης και αφού ληφθεί υπόψη η μέθοδος κατασκευής και η ποσότητα της αναπήδησης και σκόνης κατά την εκτέλεση της εργασίας εκτόξευσης.

Οι απαιτήσεις για τη σύνθεση και τις ιδιότητες, που σχετίζονται με τις κατηγορίες βλαπτικότητας του περιβάλλοντος, εξαρτώνται από τη θεωρούμενη τεχνική διάρκεια ζωής του στοιχείου του εκτοξευομένου σκυροδέματος και σε συμμόρφωση με τις προβλέψεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 206-1. Οι οριακές τιμές για τη σύνθεση του σκυροδέματος, που σχετίζονται με τις κατηγορίες έκθεσης και δίνονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1, ισχύουν και για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με τις παρακάτω εξαιρέσεις:

- Οι συστάσεις για την ελάχιστη περιεκτικότητα τσιμέντου δεν εφαρμόζονται για εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Οι συστάσεις για την ελάχιστη περιεκτικότητα αέρα δεν εφαρμόζονται.

Οι τιμές της σύνθεσης του σκυροδέματος αναφέρονται στο σκυρόδεμα μετά την εκτόξευση και πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την προσθήκη νερού κατά την εκτόξευση και την επίδραση του φαινομένου της αναπήδησης.

Η επίτευξη της τεχνικής διάρκειας ζωής του εκτοξευομένου σκυροδέματος εξαρτάται από:

- Την εκτόξευση και συντήρηση
- Την επαρκή επικάλυψη του οπλισμού (στην περίπτωση ινοπλισμού δεν απαιτείται κάποιο είδος επικάλυψης).
- Τη χρήση σε περιβάλλον για το οποίο προβλέπονται και εφαρμόζονται ειδικές οριακές τιμές.
- Την αναμενόμενη συντήρηση χωρίς εκτεταμένες επιδιορθώσεις.

4.2.2 Σύνθεση σκυροδέματος

Οι απαιτήσεις σύνθεσης του εκτοξευομένου σκυροδέματος δίνονται γενικά στον παρακάτω πίνακα 4

Πίνακας 4 - Απαιτήσεις για τη σύνθεση του εκτοξευομένου σκυροδέματος

Χρήση του τσιμέντου	Ο τύπος του τσιμέντου θα προδιαγράφεται λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση της επικρατούσας θερμοκρασίας και την εκτίμηση της έκλυσης θερμότητας στον απαιτούμενο χρόνο εργασιμότητας, τις απαιτήσεις στην ανάπτυξη αντοχής και την τελικώς αναπτυσσόμενη αντοχή, καθώς επίσης και τις συνθήκες συντήρησης. Για μόνιμες κατασκευές οι περιβαλλοντικές συνθήκες, στις οποίες εκτίθεται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, θα θεωρούνται
---------------------	---

	σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1 παρ.5.3.1 καθώς επίσης οι προφυλάξεις αναφορικά με την αντίσταση σε αλκαλοπυριτικές αντιδράσεις θα εφαρμόζονται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1- παρ.5.2.3.4.
Χρήση των αδρανών	Θα εφαρμόζονται προφυλάξεις αναφορικά με την αντίσταση σε αλκαλοπυριτικές αντιδράσεις σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1 παρ.5.2.3.4.
Χρήση των πρόσμικτων	Δεν θα υπερβαίνονται οι οριακές τιμές που τίθενται στα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN 934-2: και ΕΛΟΤ EN 934-5
Χρήση των πρόσθετων	Η χρήση των πρόσθετων για μόνιμες κατασκευές πρέπει να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 206-1 παρ.5.2.5.
Περιεχόμενα χλωριόντα	Τα περιεχόμενα χλωριόντα ενός εκτοξευομένου σκυροδέματος για μόνιμες κατασκευές δεν θα υπερβαίνουν τις τιμές που δίνονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1 πίνακας 10. Για το ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα εφαρμόζονται οι τιμές για το οπλισμένο σκυρόδεμα.
Λόγος νερού: τσιμέντου	Για μόνιμες κατασκευές οι περιβαλλοντικές συνθήκες, στις οποίες το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα εκτίθεται, θα θεωρούνται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1: παρ. 5.3. Όπου προδιαγράφεται λόγος νερού : τσιμέντου υγρού αναμίγματος, θα υπολογίζεται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 206-1: παρ.5.4.2.
Χρήση των ινών	Η χρήση των ινών θα συμμορφώνεται με το προσάρτημα Α και Β του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 14487-1

4.2.3 Μελέτη σύνθεσης εκτοξευομένου σκυροδέματος

Οι αναλογίες των υλικών για την παρασκευή του εκτοξευομένου σκυροδέματος θα καθορίζονται από Μελέτη Σύνθεσης η οποία θα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω αναφερόμενα. Η Μελέτη Σύνθεσης είναι υποχρεωτική για κάθε ποιότητα, όπως επίσης και για οποιοδήποτε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ειδικών απαιτήσεων (στεγανό, ανθεκτικό κ.λπ.). Οι Μελέτες Σύνθεσης γίνονται από διαπιστευμένα Εργαστήρια. Η Μελέτη Σύνθεσης κάθε ποιότητας εκτοξευομένου σκυροδέματος θα γίνεται στην αρχή του έργου και θα επαναλαμβάνεται:

- Όταν αλλάζει η πηγή λήψεως των αδρανών ή ο τύπος τους.
- Όταν τα αδρανή παρουσιάζουν διαφορετική διαβάθμιση από εκείνη που είχαν στη Μελέτη Σύνθεσης, με αποκλίσεις που υπερβαίνουν τις 10 εκατοστιαίες μονάδες για τα κόσκινα τα μεγαλύτερα των 4 mm ή Νο 4, τις 8 εκατοστιαίες μονάδες για τα κόσκινα της άμμου (εκτός του κοσκίνου 0,25) και τις 5 εκατοστιαίες μονάδες για το κόσκινο 0,25.
- Όταν αλλάζουν τα πρόσμικτα ή τα πρόσθετα ή ο τύπος ή η κατηγορία τσιμέντου.
- Όταν το μίγμα παρουσιάζει τάσεις απομίξεως ή υπερβολική αναπήδηση ή η κάθισή του δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις του έργου, μολονότι τηρούνται οι αναλογίες της Μελέτης Σύνθεσης

Η Μελέτη Σύνθεσης γίνεται με τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο Έργο, αδρανή, τσιμέντο, πρόσθετα, νερό, πρόσμικτα και ίνες. Στο εργαστήριο προσδιορίζεται η κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών και οι αναλογίες των υλικών πλην των επιταχυντών που ρυθμίζονται επί τόπου στο έργο με ευθύνη του εργαστηρίου. Η εκτέλεση της Μελέτης Σύνθεσης γίνεται με τον ίδιο μηχανικό εξοπλισμό και με ανθρώπινο δυναμικό που θα χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή του Έργου.

Στην Μελέτη Σύνθεσης περιλαμβάνονται τόσο οι "προκαταρκτικές δοκιμές", δηλαδή οι δοκιμές που ελέγχουν την απαιτούμενη σύνθεση του εκτοξευομένου σκυροδέματος ώστε να ικανοποιούνται όλες οι προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις στη νωπή και σκληρυμένη κατάσταση, όσο και οι "δοκιμές πριν την έναρξη της κατασκευής", δηλαδή οι δοκιμές με το προτεινόμενο προσωπικό, υλικά, εξοπλισμό και μέθοδο

εκτόξευσης και τις οποίες ο Ανάδοχος πρέπει να εκτελέσει πριν την έναρξη των εργασιών για να εξασφαλίσει την επίτευξη των προδιαγεγραμμένων ιδιοτήτων. Οι απαιτούμενες δοκιμές πριν την έναρξη της κατασκευής εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα 5:

Πίνακας 5 - Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος πριν την έναρξη κατασκευής για υποστήριξη σηράγγων

Κατηγορίες επιθεώρησης		2	3
Δοκιμαστική εκτόξευση ⁽¹⁾			
Θλιπτική αντοχή			
Ανάπτυξη πρώιμης αντοχής			
Αντίσταση σε παγετό			
Διείσδυση νερού			
Συνάφεια με υπόστρωμα			
Μέτρο ελαστικότητας			
ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΑ ΓΙΑ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ			
Μέγιστη καμπτική αντοχή			
Οριακή καμπτική αντοχή			
Παραμένουσα αντοχή ⁽¹⁾			
Ικανότητα απορρόφησης ενέργειας ⁽²⁾			
Περιεκτικότητα ινών			
⁽¹⁾ Η ποσότητα θα προδιαγράφεται για κάθε έργο			
⁽²⁾ Εναλλακτικά θα προδιαγράφεται είτε η παραμένουσα αντοχή είτε η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας			
Οι παράμετροι με σκιασμένες ενδείξεις είναι υποχρεωτικές για δοκιμές, ενώ με λευκές ενδείξεις είναι υποχρεωτικές μόνο αν προδιαγράφονται στη Μελέτη.			

Εφόσον ζητηθεί, στη Μελέτη Σύνθεσης θα δίνεται η καμπύλη του λόγου Νερό/Τσιμέντο (N/T) και αντοχής για ένα διάστημα τουλάχιστον ± 3 MPa εκατέρωθεν της απαιτούμενης αντοχής. Η ποσότητα του νερού που θα δίνεται στις αναλογίες υλικών στις Μελέτες Σύνθεσης θα αναφέρεται σε ξηρά αδρανή υλικά. Αν χρησιμοποιούνται πρόσθετα, αυτά θα προστίθενται με τον ίδιο τρόπο και την ίδια αναλογία όπως στο Έργο. Επιπλέον θα δίδεται η καμπύλη μεταβολής αντοχών όταν αλλάζει η δοσολογία του επιταχυντού.

4.2.4 Απαιτήσεις για το τοποθετημένο και σκληρυμένο εκτοξευμένο σκυρόδεμα

Οι απαιτήσεις δοκιμών για το σκληρυμένο εκτοξευμένο σκυρόδεμα που έχει τοποθετηθεί παρουσιάζονται στον Πίνακα 6:

Πίνακας 6 - Απαιτήσεις για το σκληρυμένο εκτοξευμένο σκυρόδεμα

Ιδιότητα	Απαιτήσεις και μέθοδος δοκιμής
Νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα	Αν προδιαγράφεται, εκτίμηση της πρώιμης θλιπτικής αντοχής μπορεί να γίνει σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-2 ή εναλλακτικά από μια δοκιμή εξόλκευσης σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12504-3: για μη ινοπλισμένο σκυρόδεμα.
Θλιπτική αντοχή	Η θλιπτική αντοχή εκφράζεται και καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1. Η αντοχή θα καθορίζεται από δοκιμές που εκτελούνται σε 28 ημέρες σύμφωνα με το ISO 4012:1978, σε δοκίμια που αποκόπτονται με διάτρηση από την από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα κατασκευή σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12504-1, ή από πάνελα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-1. Η ελάχιστη διάμετρος των δοκιμών θα είναι 50 mm και ο λόγος ύψους/ διαμέτρου θα είναι είτε 1,0 είτε 2,0 και θα ελέγχονται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12504-1.

	<p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο λόγος ύψους/ διαμέτρου θα είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2,0 αν η αντοχή πρόκειται να συγκριθεί με αντοχή κυλίνδρου, - 1,0 αν η αντοχή πρόκειται να συγκριθεί με αντοχή κύβου.
Πυκνότητα	Αν προδιαγράφεται, η πυκνότητα του σκληρυμένου σκυροδέματος θα καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12390-7
Μέτρο ελαστικότητας	Αν προδιαγράφεται, το μέτρο ελαστικότητας σε θλίψη θα καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 13412 E2.
Καμπτική αντοχή	Αν προδιαγράφεται, η καμπτική αντοχή θα καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12390-5 για άοπλο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα εκτός εάν πρέπει να συγκριθεί με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, οπότε χρησιμοποιείται το ΕΛΟΤ EN 14488-3.
Αντίσταση σε διείσδυση νερού	Αν προδιαγράφεται, η αντίσταση σε διείσδυση νερού θα καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 12390-8. Το βάθος ενός επί τόπου δοκιμίου θα μειώνεται όπου το πάχος της στρώσης είναι μικρότερο από 150 mm. Το βάθος θα είναι επαρκές για να διασφαλίσει ότι δεν θα συμβεί πλήρης διείσδυση. Επιπρόσθετα η διεύθυνση της διείσδυσης του νερού και η μέθοδος προετοιμασίας της επιφάνειας θα πρέπει να προδιαγράφονται. Η μέγιστη τιμή διείσδυσης θα είναι 50 mm. Η δοκιμή κανονικά εκτελείται στις 28 ημέρες.
Αντίσταση σε ψύξη - απόψυξη	Αν προδιαγράφεται, η αντίσταση σε ψύξη απόψυξη θα καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ CEN/TS 12390.09
Αντοχή συνάφειας στο υποστρώμα	Αν προδιαγράφεται, η αντοχή συνάφειας θα προσδιορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1542 με την διαφορά ότι το καλούπι δεν θα είναι μικρότερο από 500 mm x 500 mm (για να διασφαλισθεί ένα όριο τουλάχιστον 100 mm για να απορριφθεί το ελαττωματικό υλικό στις άκρες του δείγματος). Το επιφανειακό τελείωμα του δείγματος θα διαμορφώνεται με μυστρί όσο ακόμη το σκυρόδεμα είναι υγρό ή διαφορετικά (εάν το σκυρόδεμα έχει ήδη σκληρυνθεί) η δειγματοληψία θα γίνεται σε διατρώμενους πυρήνες σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-4.
Για ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα	
Μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής	Αν προδιαγράφεται, η μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής θα εκφράζεται σαν η μέση τιμή της μέγιστης αντοχής, καθοριζόμενη σε τρία δείγματα, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-3. Η δοκιμή κανονικά εκτελείται στις 28 ημέρες.
Καμπτική αντοχή κατά την αστοχία	Αν προδιαγράφεται, η καμπτική αντοχή κατά την αστοχία θα εκφράζεται σαν f_n όταν καθορίζεται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-3. Αν δεν ορίζεται διαφορετικά η δοκιμή εκτελείται στις 28 ημέρες.
Παραμένουσα αντοχή	Αν προδιαγράφεται η κατηγορία παραμένουσας αντοχής, αυτό θα γίνεται για ένα προδιαγεγραμμένο επίπεδο παραμόρφωσης. Η καμπύλη τάσεων – παραμορφώσεων θα καθορίζεται σε τρία δοκίμια σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-3. Η δοκιμή κανονικά εκτελείται στις 28 ημέρες.

5 Εκτέλεση της εργασίας και ανοχές

5.1 Ανάμιξη

Τα αδρανή υλικά του εκτοξευόμενου σκυροδέματος θα ζυγίζονται με ακρίβεια πριν από την ανάμιξη. Στην περίπτωση ξηρής ανάμιξης, τα αδρανή θα αναμιγνύονται πλήρως, χωρίς την προσθήκη νερού και, πριν την εναπόθεσή τους στον εξοπλισμό διάστρωσης, και στην περίπτωση υγρής ανάμιξης σύμφωνα με την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Το τσιμέντο θα προστίθεται όχι νωρίτερα της μίας ώρας από την ώρα διάστρωσης. Μίγματα που δεν επιστρώνονται εντός μίας ώρας από την προσθήκη του τσιμέντου θα απορρίπτονται. Η προσθήκη των ινών συνήθως πρέπει να γίνεται στα παρασκευαστήρια. Αν αυτό δεν είναι εφικτό, θα προστίθενται στο αυτοκίνητο μεταφοράς σκυροδέματος, αλλά θα αναμιγνύονται επί επαρκή χρόνο για την επίτευξη της απαραίτητης ομοιογένειας.

Η αναλογία του προσμίκτου ταχείας πήξης θα μετράται επακριβώς, ώστε να συμφωνεί με την Μελέτη Σύνθεσης. Τα πρόσμικτα θα προστίθενται στους κατάλληλους χρόνους πριν από τη διάστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

5.2 Προετοιμασία της επιφάνειας εφαρμογής

Όταν πρόκειται να εφαρμοσθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε επιφάνειες που προέκυψαν από εκσκαφή, αυτές θα προετοιμάζονται με ένα ελάχιστο ξεσκάρωμα των χαλαρών υλικών, κατά τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Οι επιφάνειες που θα αποκαλυφθούν καθαρίζονται τελείως με αέρα και νερό υπό πίεση ή με άλλα μέσα εγκεκριμένα από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία για να αφαιρεθούν όλα τα ίχνη σκόνης, λάσπης, λαδιού, χαλαρών κομματιών, υλικών αναπήδησης ή χαλαρού βράχου καθώς και οποιοδήποτε άλλο επιβλαβές υλικό.

Όπου υπάρχουν διαρροές νερού από το βράχο, πάνω στον οποίο πρόκειται να διαστρωθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, και η ροή του νερού δεν είναι δυνατό να σταματήσει μόνο με την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, το νερό θα απομακρύνεται από την περιοχή με έμφραξη της φλέβας ή θα εκτρέπεται με σωλήνες, συλλεκτήρες ή άλλα εγκεκριμένα μέσα, έτσι ώστε το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα να μείνει ανεπηρέαστο από την δράση του νερού λόγω διήθησης, λόγω υδροστατικής πίεσης ή λόγω διάβρωσης.

Όλες οι επιφάνειες θα είναι υγρές, καθαρές και απαλλαγμένες υλικών αναπήδησης κατά το χρόνο επίστρωσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

Εφόσον κατά την εφαρμογή επόμενης στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος οι προς επίστρωση επιφάνειες έχουν ίχνη ακαθαρσίας, λάσπης, συντριμμάτων, ελαίου, χαλαρών τεμαχίων, υλικών αναπήδησης, επιφανειακών εκχύσεων τσιμέντου και οποιουδήποτε άλλου επιβλαβούς υλικού, θα καθαρίζονται τελείως με αέρα και νερό υπό πίεση ή με άλλα μέσα της έγκρισης της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Οι επιφάνειες θα διατηρούνται υγρές, μέχρις ότου γίνει η επίστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

Οποιοδήποτε κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας μιας επιφάνειας, η Διευθύνουσα Υπηρεσία μπορεί να δώσει εντολή στον Ανάδοχο να εφαρμόσει εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε μεμονωμένες περιοχές, πριν προχωρήσει στην προετοιμασία της επιφάνειας αυτής.

5.3 Εξοπλισμός

Ο Ανάδοχος θα ενημερώνει τη Διευθύνουσα Υπηρεσία για τους Κατασκευαστές και τους τύπους των μηχανημάτων εκτοξευόμενου σκυροδέματος που προτίθεται να χρησιμοποιήσει, μαζί με όλο τον άλλο εξοπλισμό που είναι απαραίτητος για την διεξαγωγή της εργασίας εκτόξευσης σκυροδέματος, πριν αποσταλεί ο εξοπλισμός στο εργοτάξιο. Είναι δυνατή η χρησιμοποίηση εξοπλισμού ξηρής ή υγρής ανάμιξης.

Όλος ο απαιτούμενος για την προπαρασκευή, ανάμιξη και εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος εξοπλισμός θα διατηρείται καθαρός και σε καλή κατάσταση λειτουργίας σε όλη την διάρκεια κατασκευής των έργων. Ο εξοπλισμός προπαρασκευής και ανάμιξης θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του παρόντος άρθρου..

Το μηχάνημα εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος θα διαθέτει επαρκή ικανότητα διάστρωσης, για την επίτευξη του ελάχιστου χρόνου καθυστέρησης στην εκσκαφή και στις άλλες εργασίες κατασκευής της σήραγγας. Ο εξοπλισμός θα είναι τέτοιος ώστε να είναι δυνατό οι επιταχυντές να αναμιχθούν επαρκώς και αμέσως πριν από τη διάστρωση.

Ο Ανάδοχος θα μεριμνά ώστε να υπάρχει αρκετή παροχή αέρα και νερού για το μηχάνημα, όπως προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή του εξοπλισμού και σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Εάν κατά την γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, η λειτουργία του εξοπλισμού εκτόξευσης σκυροδέματος δεν είναι ικανοποιητική, ο Ανάδοχος θα προβεί σε όλες τις απαραίτητες επισκευές ή στην αντικατάσταση του εξοπλισμού. Η Διευθύνουσα Υπηρεσία δύναται να δώσει εντολή για να διακοπεί η εκτόξευση του σκυροδέματος, μέχρις ότου υπάρξει συμμόρφωση του Αναδόχου προς τις οδηγίες της.

Σε όλες τις περιοχές που εκτελούνται εκσκαφές, ο Ανάδοχος θα φροντίζει να εξασφαλίζει επαρκή εξοπλισμό για τη διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε οποιαδήποτε παρεία των εκσκαφών, όπως καθορίζεται στο παρόν άρθρο.

5.4 Εφαρμογή

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της Μελέτης και της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Η διάρκεια διάστρωσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, σε σχέση με τον κάθε κύκλο προχώρησης της εκσκαφής της σήραγγας, θα εξαρτάται από τις αποκαλυπτόμενες συνθήκες του γεωυλικού, όπως θα εγκριθεί ή κατά τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Για επιφάνειες που απαιτούν άμεση διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος, ο Ανάδοχος θα ενημερώνει τη Διευθύνουσα Υπηρεσία δεόντως και θα προετοιμάζεται να εκτελέσει όλες τις απαιτούμενες εργασίες, χωρίς χρονοτριβή, με την έγκρισή της.

Η Διευθύνουσα Υπηρεσία θα εξετάζει τις επιφάνειες του γεωυλικού αμέσως μετά τη διάνοιξη ή την ανατίναξη και τις εργασίες απομάκρυνσης χαλαρών τεμαχίων και θα δίνει εντολή στον Ανάδοχο, εάν απαιτείται, να προβεί στην άμεση επικάλυψη των επιφανειών με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, έτσι ώστε η διάστρωσή του να εκτελείται άμεσα και πάντα όχι αργότερα από 4 ώρες μετά από τη διάνοιξη ή την ανατίναξη και σε κάθε περίπτωση πριν από τη διάτρηση για τον επόμενο κύκλο εκσκαφής. Όπου αναμένονται πολύ φτωχές συνθήκες γεωυλικού, η Διευθύνουσα Υπηρεσία θα απαιτήσει να βρίσκεται διαθέσιμος ο εξοπλισμός παραγωγής και εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος πριν τη διάνοιξη ή την ανατίναξη, έτσι ώστε το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα να είναι δυνατό να επιστρωθεί με ελάχιστη καθυστέρηση.

Τυχόν υπάρχων οπλισμός (πλαίσια, πλέγματα, ράβδοι οπλισμού) θα περιβάλλεται πλήρως με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Η ελάχιστη αποδεκτή επικάλυψη θα είναι 15 mm από επιφάνεια βράχου και 25 mm από την τελική επιφάνεια του εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Θα λαμβάνεται κάθε μέριμνα και φροντίδα κατά τη διάστρωση ώστε να μην παραμένουν κενά πίσω από τον οπλισμό.

Ο Ανάδοχος θα αναπτύξει διαδικασίες λειτουργίας και εργασίες σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Διευθύνουσας Υπηρεσίας ώστε να εξασφαλίζεται:

- α. Ελάχιστη αναπήδηση, για να αποφεύγεται η δημιουργία εγκλεισμάτων (φωλεών) από υλικά αναπήδησης στο περατωμένο σκυρόδεμα.
 - β. Μόρφωση όσο το δυνατό πιο ομαλής τελικής επιφάνειας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, για να είναι δυνατή η ασφαλής τοποθέτηση των υλικών υδατοστεγάνωσης (γεωϋφασμα, μεμβράνη), σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού άρθρου που αφορά στην υδατοστεγάνωση. Για την εκπλήρωση της απαίτησης αυτής, ο Ανάδοχος υποχρεούται να χρησιμοποιήσει για την τελευταία προς το εσωτερικό της σήραγγας στρώση αποκλειστικά λεπτόκοκκο αδρανές (0-6 mm).
 - γ. Αποφυγή δημιουργίας κοιλοτήτων και φωλεών μέσα στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και κενών πίσω από τον οπλισμό.
 - δ. Ελάχιστος αριθμός ρωγμών από συρρίκνωση λόγω πήξης του σκυροδέματος.
 - ε. Καλή πρόσφυση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος στον βράχο ή σε άλλη επιφάνεια.
- στ. Ποιότητα εκτοξευόμενου σκυροδέματος με την μέγιστη δυνατή αντίσταση σε παγετό (όπου απαιτείται).

Η ροή του υλικού στο ακροφύσιο θα είναι συνεχής και ομοιόμορφη και ο ρυθμός εφαρμογής του πάνω σε οποιαδήποτε επιφάνεια θα είναι επίσης ομοιόμορφος. Εξέχοντα χαλαρά υλικά, φωλεές άμμου, υγρές περιοχές ή άλλα ελαττώματα θα αφαιρούνται και θα αποκαθίστανται, σύμφωνα με τα προδιαγραφόμενα στο παρόν άρθρο.

Με την έναρξη των εργασιών εκτόξευσης του σκυροδέματος σε οποιαδήποτε περιοχή, ο Ανάδοχος, σε στενή συνεργασία με τη Διευθύνουσα Υπηρεσία και σαν μέρος της διαδικασίας της αρχικής διάστρωσης, θα καθορίσει διαδικασίες εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, οι οποίες θα εξασφαλίσουν την παραγωγή προϊόντος αρίστης ποιότητας και με την ελάχιστη απώλεια υλικού λόγω αναπήδησης. Ο καθορισμός αυτός των διαδικασιών θα περιλαμβάνει μικρές τροποποιήσεις στα μίγματα, εφόσον απαιτηθεί, καθορισμό παραδεκτών μορφώσεων των επιφανειών, παχών στρώσεων και των ποσοτήτων που θα εκτοξεύονται από το ακροφύσιο ανά μονάδα επιφάνειας βράχου ή μήκος σήραγγας, όπως απαιτείται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Οι ποσότητες του εκτοξευόμενου σκυροδέματος που θα εκτοξεύονται από το ακροφύσιο, θα καθορίζονται με βάση το μέσο πάχος εκτοξευόμενου σκυροδέματος, που δείχνεται στα σχέδια ή απαιτείται από τη

Διευθύνουσα Υπηρεσία, αφού μετρηθεί σωστά η αναπήδηση. Εφόσον έχουν καθιερωθεί οι διαδικασίες για τη διάστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, οι επόμενες εργασίες θα διεξάγονται ανάλογα.

Όταν απαιτείται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, το πάχος της στρώσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε οποιαδήποτε περιοχή θα ελέγχεται με τα προβλεπόμενα στο Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488.06, είτε με τη δεισδυση ράβδου, αμέσως μετά την περάτωση της εφαρμογής του, είτε με τοποθέτηση καρφιών γνωστού μήκους στο βράχο πριν από την εφαρμογή, είτε με οποιοδήποτε άλλο, εγκεκριμένο από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία μέσο, όπως λήψη διατομών πριν και μετά τη διάστρωση, λήψη πυρήνων βάσει καννάβου κ.λπ.

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα εφαρμόζεται σε διαδοχικές στρώσεις και κάθε στρώση θα δομείται με διάφορες διαδρομές του ακροφυσίου πάνω από την επιφάνεια εργασίας, σε μία ενιαία συνεχή εργασία. Όταν η ροή από το ακροφύσιο είναι ασυνεχής για οποιαδήποτε αιτία, ο χειριστής θα απομακρύνει το ακροφύσιο από την επιφάνεια εργασίας, μέχρις ότου η ροή ξαναγίνει συνεχής.

Η απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια εργασίας θα κυμαίνεται από 0,5 m μέχρι 1,5 m αλλά σε κάθε περίπτωση όχι πάνω από 2,0 m. Το ακροφύσιο θα τοποθετείται γενικά κάθετα προς την επιφάνεια εφαρμογής. Στην περίπτωση εφαρμογής εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάνω σε επιφάνεια με πλέγμα, το ακροφύσιο θα τοποθετείται πιο κοντά στην επιφάνεια και υπό μικρή γωνία ως προς την κάθετο στην επιφάνεια, ώστε να γίνεται ευκολότερη η ενσωμάτωση του πλέγματος και η απομάκρυνση του υλικού αναπήδησης. Μεγάλες αποστάσεις του ακροφυσίου ή λοξή διάταξή του μειώνει την ποιότητα του σκυροδέματος και αυξάνει την αναπήδηση.

Όταν το συνολικό πάχος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος υπερβαίνει τα 8 cm, θα τοποθετείται το πλέγμα περίπου στο μέσο της στρώσης, και θα αγκυρώνεται στην προηγούμενη στρώση με αγκύρια στερέωσης πλέγματος ή θα γίνεται διάστρωση σε δύο διακριτές υποφάσεις, όπως ορίζει η Μελέτη.

Σε περίπτωση εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε κατακόρυφες ή μεγάλων κλίσεων επιφάνειες, εκτός του θόλου της σήραγγας, η εφαρμογή θα αρχίσει στο χαμηλότερο σημείο και η στρώση του σκυροδέματος εκτόξευσης θα δομείται σε οριζόντιες ζώνες, από κάτω προς τα πάνω, μέχρις ότου καλυφθεί ολόκληρη η επιφάνεια.

Τα άκρα των περιοχών του εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάνω στα οποία δεν πρόκειται να εφαρμοσθεί περαιτέρω εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα μορφώνονται ώστε να σχηματίζουν καθαρές κανονικές γραμμές και με κλίση 45° προς τις παρακείμενες επιφάνειες, μετά από έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Όπου έχει γίνει διάτρηση οπών αποστράγγισης και εγκατάσταση οργάνων στο γεωυλικό, πάνω στο οποίο πρόκειται να διαστρωθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, ο Ανάδοχος θα λάβει όλα τα απαιτούμενα μέτρα προστασίας, ώστε να αποφευχθεί η έμφραξη των εν λόγω οπών ή η πρόκληση ζημιών στα όργανα.

Όταν πρόκειται να γίνει εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος πλησίον υφιστάμενων κατασκευών, ο Ανάδοχος θα φροντίζει ώστε να μην προκαλείται βλάβη στις κατασκευές αυτές και θα καλύπτει για προστασία τις επιφάνειες των κατασκευών πριν από την εκτόξευση του σκυροδέματος.

Σε περιοχές όπου η εκροή υπογείων υδάτων από αρμούς ή αναβλύσεις επηρεάζει τις εργασίες, ο Ανάδοχος θα εγκαταστήσει σωληνώσεις διάφυγής και θα σφραγίζει τους συνεχείς αρμούς πριν από τη διάστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Σε περιοχές όπου το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα έχει επιστρωθεί και πήξει, εφόσον εμφανισθούν κηλίδες υγρασίας, ο Ανάδοχος θα προβαίνει στην διάτρηση οπών (1 τεμ / 4 m² συνήθως) μικρού βάθους για την εκτόνωση των πιέσεων του νερού, εκτός αν αλλιώς προβλέπεται από τη Μελέτη.

Σε περιοχές καλυμμένες με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, που εμφανίζουν προβλήματα κακής συμπίκνωσης ή έλλειψης συνάφειας, απόμικσης (ξηρές περιοχές), κενών, θυλάκων άμμου ή ανεπαρκούς αντοχής σε θλίψη, θα απομακρύνεται το σκυρόδεμα και θα εφαρμόζεται εκ νέου σκυρόδεμα αμέσως, σε επιφάνεια τουλάχιστον 0,30 x 0,30 m, με την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

Το μέγιστο πάχος κάθε στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος συνεχούς διάστρωσης δεν θα υπερβαίνει τα 10 cm, εκτός αν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα πρόσμικτα. Εάν απαιτείται μεγαλύτερο συνολικό πάχος, αυτό θα επιτυγχάνεται με την διάστρωση αλληπάλληλων στρώσεων, η καθεμία των οποίων θα έχει πάχος μικρότερο ή ίσο των 10 cm. Η κάθε στρώση θα εφαρμόζεται μόνο όταν η υποκείμενη στρώση έχει

σκληρυνθεί. Το πάχος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, που αναφέρεται στα σχέδια για κάθε τύπο υποστήριξης, είναι το μέσο πάχος. Σε κάθε όμως περίπτωση η κάθε πρόσθετη στρώση δεν θα γίνεται πολύ αργότερα (πάνω από 12 ώρες) από την προηγούμενη εκτός εάν ληφθούν ειδικά μέτρα καθαρισμού και ύγρανσης της έτοιμης επιφάνειας ή και άλλα μέτρα βελτίωσης της συνάφειας των στρώσεων (βάσει ειδικών οδηγιών της Διευθύνουσας Υπηρεσίας ή/και του Μελετητού).

5.5 Ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με ίνες (fiber reinforced shotcrete), είναι ουσιαστικά το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα που προδιαγράφεται στις προηγούμενες παραγράφους, στο οποίο έχει ενσωματωθεί κατά τη διάρκεια της ανάμιξης μια συγκεκριμένη ποσότητα ινών, η οποία καθορίζεται στις Μελέτες ή στις Μελέτες Σύνθεσης που υποβάλλει ο Ανάδοχος.

Η ελάχιστη περιεκτικότητα χαλύβδινων ινών καθορίζεται από τη Μελέτη Σύνθεσης του Αναδόχου, τα αποτελέσματα ποιοτικού ελέγχου και τις οδηγίες του κατασκευαστή αλλά σε κάθε περίπτωση θα είναι τουλάχιστον 30 kg/m^3 .

Η ανάμιξη ινών στο σκυρόδεμα θα γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία “σβώλων”. Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει για έγκριση στη Διευθύνουσα Υπηρεσία εκείνον τον εξοπλισμό που προτίθεται να χρησιμοποιήσει για την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος με ίνες. Ο εξοπλισμός αυτός θα εξασφαλίζει, με δοκιμές που θα γίνουν επί τόπου των έργων, πριν την έναρξη των σχετικών εργασιών, την απρόσκοπτη λειτουργία και τη συνεχή εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, χωρίς διακοπές οι οποίες οφείλονται στις χαλύβδινες ίνες.

5.6 Αναπήδηση

Τα υλικά της αναπήδησης θα αφαιρούνται και θα απομακρύνονται πριν εφαρμοσθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε οποιαδήποτε παρακείμενη επιφάνεια, σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Τα υλικά της αναπήδησης θα απορρίπτονται, όπως απαιτείται, σε περιοχή απόθεσης υλικών και θα καλύπτονται με προϊόντα εκσκαφών, πάχους τουλάχιστον ενός μέτρου. Τα υλικά αναπήδησης δεν επαναχρησιμοποιούνται.

Ο Ανάδοχος θα λάβει ιδιαίτερη μέριμνα ώστε τα υλικά αναπήδησης να μη συσσωρεύονται στη συμβολή των τοίχων και δαπέδων.

Ο Ανάδοχος θα καταβάλλει κάθε προσπάθεια, ώστε η αναπήδηση να περιορίζεται στο ελάχιστο. Εάν κατά την γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας η αναπήδηση είναι υπερβολική, είναι δυνατό να ζητηθεί να αναθεωρήσει ο Ανάδοχος την σύνθεση των μιγμάτων ή τις διαδικασίες εφαρμογής ή να λάβει άλλα μέτρα που αυτή θεωρεί αναγκαία για περιορισμό της αναπήδησης σε αποδεκτά όρια.

5.7 Κατασκευαστικοί αρμοί

Οι κατασκευαστικοί αρμοί και οι αρμοί διακοπής της εργασίας θα κατασκευάζονται όπως εγκρίνεται ή απαιτείται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία και θα έχουν κλίση 45° περίπου ως προς την παρακείμενη επιφάνεια του εκτοξευόμενου σκυροδέματος με καθαρή, κανονική ακμή. Πριν από την διάστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος στην παρακείμενη επιφάνεια, το κεκλιμένο τμήμα και το παρακείμενο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα υφίστανται κατάλληλη προετοιμασία.

5.8 Επισκευές

Πριν από την διάστρωση της επόμενης στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος, η προηγούμενη στρώση θα ελέγχεται κατά τρόπο ικανοποιούντα τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, για να εξακριβωθεί εάν υπάρχουν κενά.

Ο Ανάδοχος θα προβαίνει με δαπάνες του στην επισκευή κάθε περιοχής όπου διαπιστώνεται η ύπαρξη κενών, θυλάκων άμμου, ρηγματώσεων ή αποκολλήσεων, καθώς και κάθε άλλης περιοχής όπου κατά την γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας το εκτοξευθέν σκυρόδεμα είναι ελαττωματικό, με αφαίρεση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος μέχρι την επιφάνεια του βράχου ή την επιφάνεια της υποκείμενης στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος, προβαίνοντας στην προετοιμασία της επιφάνειας, όπως καθορίζεται στο παρόν, και στην επανάληψη της εκτόξευσης σκυροδέματος στην περιοχή αυτή, με τρόπο ικανοποιητικό.

5.9 Συντήρηση

Όταν στην επιφάνεια οποιασδήποτε στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος εμφανισθούν οι πρώτες στεγνές κηλίδες, η επιφάνεια αυτή θα υγραίνεται με εκτόξευση νερού τουλάχιστον μία φορά κάθε 4 ώρες ή θα συντηρείται διαφορετικά, κατά τρόπο ικανοποιητικό για τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, για χρονικό διάστημα τουλάχιστον επτά (7) ημερών. Δεν θα γίνεται συντήρηση με χρησιμοποίηση μεμβράνης χωρίς την έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

5.10 Εφαρμογή σε περιοχές με χαλύβδινα πλαίσια

Ο Ανάδοχος θα αφαιρεί όλα τα χαλαρά παρενθέματα από τα χαλύβδινα υποστηρίγματα. Όλα τα απομένοντα παρενθέματα και άλλα υλικά θα σταθεροποιούνται με τάκους και σφήνες (όχι ξύλινα) ή θα σφίγγονται με οποιαδήποτε άλλα μέσα με τρόπο ικανοποιητικό για τη Διευθύνουσα Υπηρεσία.

Η προετοιμασία της επιφάνειας θα γίνεται όπως καθορίζεται στο παρόν άρθρο. Θα λαμβάνεται μέριμνα ώστε να μην τεθεί σε κίνδυνο η σταθερότητα της κατασκευής, λόγω πλύσης κάτω από το πέδιλο ή λόγω άλλης αιτίας, κατά τη διάρκεια προετοιμασίας της επιφάνειας αυτής.

Τα πάχη της στρώσης και οι χρησιμοποιούμενες διαδικασίες για την εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος θα εγκρίνονται από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία. Όλες οι έντονα κερματισμένες περιοχές του γεωυλικού θα επικαλύπτονται με επαρκές εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, για την αποφυγή διάβρωσης και φθοράς.

5.11 Εξειδίκευση των χειριστών

Οι χειριστές των ακροφυσίων θα διαθέτουν προηγούμενη αποδεδειγμένη εμπειρία στην εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος με χονδρόκοκκα αδρανή ή θα εργάζονται υπό την άμεση επίβλεψη ενός εργοδηγού ή εκπαιδευτή, που θα διαθέτει τέτοια εμπειρία. Κάθε ομάδα εργασίας, εφόσον ζητηθεί από τη Διευθύνουσα Υπηρεσία, θα προβαίνει στην επίδειξη αποδεκτών ικανοτήτων της στην εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε κατακόρυφα και υπερκείμενα φαντώματα δοκιμής, πριν από την έναρξη της εργασίας παραγωγής.

Το αποδεκτό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα συνίσταται από πυκνό, ομοιόμορφο σκυρόδεμα, χωρίς μεγάλα εγκλείσματα από υλικά αναπήδησης και χωρίς εμφανή αδύνατα σημεία πρόσφυσης μεταξύ των στρώσεων.

Κατά τον έλεγχο, οι χειριστές των ακροφυσίων θα εκτοξεύουν το σκυρόδεμα με ομοιόμορφη συνεκτικότητα και με το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό υγρασίας, που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί πριν δημιουργηθούν προβλήματα αποκόλλησης της στρώσης από το βράχο. Το ακροφύσιο θα κρατείται σε τέτοια θέση έτσι ώστε η δέσμη της παροχής του ρέοντος υλικού να προσκρούει, με την μεγαλύτερη δυνατή προσέγγιση, υπό ορθή γωνία στην προς επικάλυψη επιφάνεια. Η απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια εφαρμογής θα είναι τέτοια, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή συμπίκνωση και ομοιομορφία του διαστρωμένου σκυροδέματος. Η απόσταση αυτή δεν θα είναι μεγαλύτερη από 1,5 m και μικρότερη από 0,5 m εκτός εάν αποδειχθεί διαφορετικά από τις σχετικές δοκιμές ή εάν ορίζει διαφορετικά ο κατασκευαστής του εξοπλισμού.

Εγκλείσματα από τα υλικά αναπήδησης ή θύλακες αδρανών δεν θα επιτρέπονται στην τελειωμένη εργασία.

5.12 Εφαρμογή σε συνθήκες ψυχρού καιρού

Δεν θα γίνεται εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος στην περίπτωση που η θερμοκρασία του αέρα είναι μικρότερη από 0°C. Σε όλες τις περιπτώσεις θερμοκρασιών αέρα κάτω των 0°C, ο Ανάδοχος θα λαμβάνει όλα τα απαραίτητα προστατευτικά μέτρα για τη διατήρηση του διαστρωθέντος εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε θερμοκρασία άνω των 0°C, για διάστημα τουλάχιστον 5 ημερών μετά τη διάστρωσή του. Τέτοιου είδους μέτρα (που συνιστώνται για θερμοκρασίες κάτω από 5°C) μπορεί να είναι η θέρμανση του μίγματος (νερού και αδρανών) ώστε η θερμοκρασία του να μην είναι μικρότερη των 15°C ή/και θέρμανση του χώρου τοποθέτησης του σκυροδέματος.

6 Δοκιμές – Έλεγχοι

Ο έλεγχος συμμόρφωσης αποτελείται από το συνδυασμό ενεργειών και αποφάσεων, σύμφωνα με τους προκαταβολικά υιοθετημένους κανόνες συμμόρφωσης, προκειμένου να ελέγχεται η συμμόρφωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος με τις προδιαγραφές.

Η συμμόρφωση θα εκτιμάται με δοκιμές πριν από την έναρξη της κατασκευής καθώς επίσης και με δοκιμές κατά τη διάρκεια της κατασκευής και θα εφαρμόζεται σύμφωνα με την ταξινόμηση επιθεώρησης. Ο έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής περιλαμβάνει τον έλεγχο της μεθόδου παραγωγής και τον έλεγχο του εκτοξευομένου σκυροδέματος.

Η συμμόρφωση ή η μη-συμμόρφωση θα κρίνονται με βάση τα κριτήρια συμμόρφωσης και θα ισχύουν τόσο για τις δοκιμές πριν από την έναρξη της κατασκευής όσο και για τις δοκιμές κατά την παραγωγή του εκτοξευομένου σκυροδέματος.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αν τα αποτελέσματα των δοκιμών συμμόρφωσης δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις μπορεί να απαιτηθούν συμπληρωματικές δοκιμές σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12504-1 σε πυρήνες που αποκόπτονται από την κατασκευή, ή συνδυασμός δοκιμών σε πυρήνες και μη καταστροφικών ελέγχων π.χ. σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12504-2:.

6.1 Κατηγορίες επιθεώρησης

Για τους ελέγχους συμμόρφωσης του εκτοξευομένου σκυροδέματος συνιστώνται οι παρακάτω κατηγορίες επιθεώρησης:

- Κατηγορία επιθεώρησης 1
- Κατηγορία επιθεώρησης 2
- Κατηγορία επιθεώρησης 3

Η επιλογή της κατηγορίας θα βασίζεται στα χαρακτηριστικά του έργου και θα περιλαμβάνει το βαθμό επικινδυνότητας και την απαιτούμενη τεχνική διάρκεια ζωής. Το πληροφοριακό προσάρτημα Α του ΕΛΟΤ EN 14487-1: περιέχει οδηγίες για την επιλογή της κατηγορίας επιθεώρησης.

6.2 Έλεγχος διαδικασίας παραγωγής

6.2.1 Γενικά

Ο έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής περιλαμβάνει όλα τα μέτρα που είναι απαραίτητα για να διατηρείται και να ρυθμίζεται η ποιότητα του εκτοξευομένου σκυροδέματος σε συμφωνία με τις προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις.

Ο έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής θα συνδέεται με τα χαρακτηριστικά του έργου και θα περιλαμβάνει τον βαθμό επικινδυνότητας και την αναμενόμενη τεχνική διάρκεια ζωής.

Ο έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής περιλαμβάνει τα ακόλουθα τμήματα:

- Έλεγχος συστατικών υλικών (Πίνακας 7)
- Έλεγχος βασικού αναμίγματος (Πίνακας 8)
- Ιδιότητες εκτοξευομένου σκυροδέματος (Πίνακας 9)

Σημείωση: Η επιθεώρηση της εκτέλεσης της εργασίας καλύπτεται από το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN14487-2.

6.2.2 Έλεγχος υλικών

Ο έλεγχος των συστατικών υλικών θα εκτελείται σύμφωνα με τον Πίνακα 7.

Πίνακας 7 - Έλεγχος συστατικών υλικών

	Υλικό	Επιθεώρηση/ Δοκιμή	Σκοπός	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας		
				Κατηγ. 1	Κατηγ. 2	Κατηγ.3
1	Τσιμέντα	Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής (σύμφ. με ΕΛΟΤ EN 206-1)	Επιβεβαίωση τύπου και προέλευσης	Κάθε παραλαβή		
2	Αδρανή	Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής	Επιβεβαίωση τύπου και προέλευσης	Κάθε παραλαβή		
3		Δοκιμή κοκκομετρικής ανάλυσης σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 933-1 ή πληροφορίες του προμηθευτή	Επιβεβαίωση συμμόρφωσης με πρότυπη ή συμφωνημένη διαβάθμιση		Πρώτη παραλαβή από νέα πηγή	
4		Δοκιμή για προσμίξεις ή πληροφορίες του προμηθευτή	Εκτίμηση παρουσίας και ποσότητας προσμίξεων		Πρώτη παραλαβή από νέα πηγή	
Σε περιπτώσεις αμφιβολιών ο έλεγχος των σχετικών υλικών θα γίνεται ανεξάρτητα από την κατηγορία επιθεώρησης.						
5	Πρόσμικτα	Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής και της ετικέτας της συσκευασίας σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 934-6:	Επιβεβαίωση ότι η αποστολή έχει όπως παραγγέλθηκε και έχει σημειωθεί κατάλληλα	Κάθε παραλαβή		
6		Επιθεώρηση του πρόσμικτου	Για σύγκριση με τις δηλωμένες τιμές του κατασκευαστή	Κάθε παραλαβή		
7		Δοκιμή πυκνότητας σύμφωνα με ISO 758:1976	Για σύγκριση με τις δηλωμένες τιμές του κατασκευαστή	Σε περίπτωση αμφιβολιών		
8	Πρόσθετα σε μορφή χύδην κόνεως	Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής	Επιβεβαίωση ότι η αποστολή έχει όπως παραγγέλθηκε και από την σωστή πηγή	Κάθε παραλαβή		
9	Πρόσθετα σε μορφή αιωρήματος	Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής	Επιβεβαίωση ότι η αποστολή έχει όπως παραγγέλθηκε και από την σωστή πηγή	Κάθε παραλαβή		
10		Δοκιμή πυκνότητας σύμφωνα με ISO 758:1976	Επιβεβαίωση ομοιομορφίας		Κάθε παραλαβή	
11	Νερό	Δοκιμή σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN 1008	Επιβεβαίωση ότι το νερό είναι ελεύθερο επιβλαβών συστατικών		Αν το νερό δεν είναι πόσιμο, όταν χρησιμοποιείται για πρώτη φορά νέα πηγή και στην περίπτωση αμφιβολιών	

	Υλικό	Επιθεώρηση/ Δοκιμή	Σκοπός	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας		
				Κατηγορ. 1	Κατηγορ. 2	Κατηγορ. 3
12	Ίνες	Επιθεώρηση μήκους, διαμέτρου και σχήματος	Επιβεβαίωση ότι η αποστολή έχει όπως παραγγέλθηκε και από την σωστή πηγή	Κάθε παραλαβή		

6.2.3 Έλεγχος βασικού αναμίγματος

Ο έλεγχος του βασικού αναμίγματος θα γίνεται σύμφωνα με τον πίνακα 8

Πίνακας 8 - Έλεγχος βασικού αναμίγματος

	Τύπος δοκιμής	Επιθεώρηση/ Δοκιμή	Σκοπός	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας		
				Κατ.1	Κατ.2	Κατ.3
1	Συνεκτικότητα όταν χρησιμοποιείται υγρή μέθοδος	Δοκιμή σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN 12350-2 ή ΕΛΟΤ EN 12350-5	Εκτίμηση της συμμόρφωσης με απαιτούμενη κλάση συνεκτικότητας και έλεγχος πιθανών αλλαγών στην περιεκτικότητα νερού	Στην αρχή της παραγωγής		
2	Περιεκτικότητα πρόσμικτων πλην επιταχυντών	Καταγραφή προστιθέμενης ποσότητας	Έλεγχος περιεκτικότητας	Προαιρετικά	Κάθε παρτίδα	
3	Περιεκτικότητα πρόσθετων	Καταγραφή προστιθέμενης ποσότητας	Έλεγχος περιεκτικότητας	Προαιρετικά	Κάθε παρτίδα	
4	Περιεκτικότητα ινών	Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 14488-7		Κάθε παρτίδα		

6.2.4 Έλεγχος ιδιοτήτων εκτοξευομένου σκυροδέματος

Εφ' όσον απαιτείται από τη μελέτη του έργου έλεγχος με δοκιμές, αυτός θα γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα 9.

Η συχνότητα εκτέλεσης των δοκιμών αναφέρεται σε κανονική κατάσταση συνεχούς παραγωγής. Τέσσερις φορές υψηλότερη συχνότητα δοκιμών θα εφαρμόζεται στην έναρξη μιας συνεχούς περιόδου εργασίας ή κατά την εκτέλεση ορισμένων τμημάτων του έργου. Πάντως υπό κανονικές συνθήκες δεν απαιτούνται παραπάνω από δύο δοκιμές ανά εργάσιμη ημέρα.

Μετά από τέσσερα συνεχόμενα αποδεκτά αποτελέσματα θα εφαρμόζεται η κανονική συχνότητα δοκιμών.

Ο ελάχιστος ρυθμός δειγματοληψίας και δοκιμών για έλεγχο της παραγωγής θα είναι αυτός που δίνει τον υψηλότερο αριθμό δειγμάτων.

Οι ελάχιστες συχνότητες δειγματοληψιών για έλεγχο της παραγωγής ισχύουν για συνήθους έκτασης έργα. Για μικρά έργα θα εφαρμόζεται η λήψη και δοκιμή ενός τουλάχιστον δείγματος.

Πίνακας 9 - Έλεγχος των ιδιοτήτων του εκτοξευόμενου σκυροδέματος

	Τύπος δοκιμής	Επιθεώρηση/Δοκιμή σύμφωνα με	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3
ΕΛΕΓΧΟΣ ΝΩΠΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ					
1	Λόγος νερού: τσιμέντου (υγρή μέθοδος)	Με υπολογισμό ή με μέθοδο δοκιμής			Καθημερινά
2	Επιταχυντής	Με υπολογισμό από τις καταγραφές των προστιθέμενων ποσοτήτων			Καθημερινά
3	Ποσότητα ινών	Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN14488-7	1/200m ³ ή 1/1000m ³ ή ελάχιστο 1(IS)	1/100m ³ ή 1/500m ³ ή ελάχιστο 2(IS)	1/50m ³ ή 1/250m ³ ή ελάχιστο 3(IS)
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ					
4	Δοκιμή αντοχής νεαρού εκτοξ. σκυροδέματος	ΕΛΟΤ EN 14488-2	1/5000m ² ή ελάχιστο 1(IS)	1/2000m ² ή ελάχιστο 2(IS)	1/1000m ² ή ελάχιστο 3(IS)
5	Θλιπτική αντοχή	ISO 4012:1978	1/500m ³ ή 1/2500m ³ ή ελάχιστο 1(IS)	1/100m ³ ή 1/500m ³ ή ελάχιστο 2(IS)	1/50m ³ ή 1/250m ³ ή ελάχιστο 3(IS)
6	Πυκνότητα σκληρυμένου σκυροδέματος	ΕΛΟΤ EN 12390.07	Όταν ελέγχεται η θλιπτική αντοχή		
7	Αντίσταση στην διείσδυση νερού	ΕΛΟΤ EN 12390-8	1/1000m ² ή ελάχιστο 1(IS)	1/500m ² ή ελάχιστο 2(IS)	1/250m ² ή ελάχιστο 3(IS)
8	Αντίσταση σε ψύξη - απόψυξη	ΕΛΟΤ CEN/TS 12390.09	1/1000m ² ή ελάχιστο 1(IS)	1/500m ² ή ελάχιστο 2(IS)	1/250m ² ή ελάχιστο 3(IS)
9	Αντοχή συνάφειας	ΕΛΟΤ EN 14488-4	1/1000m ² ή ελάχιστο 1(IS)	1/500m ² ή ελάχιστο 2(IS)	1/250m ² ή ελάχιστο 3(IS)

Μέτρο Ελαστικότητας κατά ΕΛΟΤ EN 13412 E2					
ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ					
10	Ποσότητα ινών	Στο σκληρυμένο σκυρόδεμα με το ΕΛΟΤ EN14488-7	Όταν ελέγχεται η παραμένουσα αντοχή		
11	Παραμένουσα αντοχή	ΕΛΟΤ EN 14488-3		1/2000m ² ή ελάχιστο 2(IS)	1/500m ² ή ελάχιστο 3(IS)
12	Καμπτική αντοχή κατά την αστοχία	ΕΛΟΤ EN 14488-3	Όταν ελέγχεται η παραμένουσα αντοχή		
13	Μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής	ΕΛΟΤ EN 14488-3	Όταν ελέγχεται η παραμένουσα αντοχή		

6.3 Κριτήρια συμμόρφωσης

6.3.1 Ανάπτυξη πρώιμης αντοχής

Συμμόρφωση της ανάπτυξης πρώιμης αντοχής εκτοξευόμενου σκυροδέματος, που δοκιμάζεται με μέθοδο διείσδυσης βελόνας σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-2, επιτυγχάνεται αν η θλιπτική αντοχή f_c

(MPa) που υπολογίζεται με το μέσο όρο τουλάχιστον 10 δοκιμών μετρημένης δύναμης διείσδυσης F (N), εντός μίας ορισμένης περιόδου μετρήσεων, δεν υπερβαίνει το προκαθορισμένο πεδίο ανάπτυξης πρώιμης αντοχής (Πίνακας 10).

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 - Κριτήρια συμμόρφωσης για την μέθοδο διείσδυσης βελόνας (ΕΛΟΤ EN14488-2)

Εύρος δοκιμής	Μέχρι 1,2 (MPa)	
Μέγιστος κόκκος αδρανών	8, 11 (mm)	16 (mm)
Αριθμός αποτελεσμάτων $F(N)$	Όχι μικρότερος από 10	
Θλιπτική αντοχή f_c (MPa)	$f_c = 0,0015F + 0,0182$	$f_c = 0,0018F - 0,0273$

Συμμόρφωση της ανάπτυξης πρώιμης αντοχής εκτοξευομένου σκυροδέματος, που δοκιμάζεται με μέθοδο βλήτρου σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14488-2, επιτυγχάνεται αν η θλιπτική αντοχή f_c (MPa), που υπολογίζεται με τον μέσο όρο τουλάχιστον 10 δοκιμών μετρημένου βάθους διείσδυσης L (mm) ή του λόγου F/L (δύναμη εξόλκευσης F προς το βάθος διείσδυσης L) εντός μίας ορισμένης περιόδου μετρήσεων, δεν υπερβαίνει το προκαθορισμένο πεδίο ανάπτυξης πρώιμης αντοχής (Πίνακας 11).

Πίνακας 11 - Κριτήρια συμμόρφωσης για την μέθοδο βλήτρου (Bolt Driving) (ΕΛΟΤ EN 14488-2)

Εύρος δοκιμής	3 έως 16 MPa
Μέγιστος κόκκος αδρανών	8, 11 (mm)
Μετρούμενα αποτελέσματα	Βάθος διείσδυσης L (mm) Δύναμη εξόλκευσης F (MPa)
Υπολογιζόμενη μέση τιμή	Λόγος F/L (N/mm)
Αριθμός αποτελεσμάτων	Όχι μικρότερος από 10
Θλιπτική αντοχή f_c (MPa)	$f_c = 0,13F/L + 0,3511$

6.3.2 Θλιπτική αντοχή

Η συμμόρφωση της θλιπτικής αντοχής του εκτοξευομένου σκυροδέματος εκτιμάται σύμφωνα με τον Πίνακα 12 για:

- Ομάδες "n" διαδοχικών αποτελεσμάτων δοκιμών x_n (κριτήριο 1).
- Κάθε ιδιαίτερο αποτέλεσμα δοκιμής x_i (κριτήριο 2).

Πίνακας 12 - Κριτήρια συμμόρφωσης για αποτελέσματα δοκιμών θλιπτικής αντοχής από την κατασκευή ή από πανέλα δοκιμών

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2
Αριθμός "n" αποτελεσμάτων στην ομάδα	Μέσος όρος των "n" αποτελεσμάτων x_n (MPa)	Κάθε ιδιαίτερο αποτέλεσμα δοκιμής x_i (MPa)
Όχι λιγότερα από 15	$\geq f_{ck} + 1,48\delta$	$\geq 0,75f_{ck}$
6 - 14	$\geq f_{ck} + 1,65\delta$	$\geq 0,75f_{ck}$

Όπου:

f_{ck} είναι η χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή

δ είναι η τυπική απόκλιση από τουλάχιστον 6 δοκίμια

6.3.3 Αντίσταση στη διείσδυση νερού

Η συμμόρφωση επιτυγχάνεται όταν κάθε μετρούμενη τιμή είναι μικρότερη από την απαιτούμενη.

6.3.4 Αντίσταση στον παγετό

Η συμμόρφωση επιτυγχάνεται όταν κάθε μετρούμενη τιμή είναι μικρότερη από την απαιτούμενη.

6.3.5 Αντοχή συνάφειας

Η συμμόρφωση επιτυγχάνεται όταν καμία μέση τιμή μίας ομάδας δοκιμών (κανονικά 3 δοκίμια) δεν είναι μικρότερη από την απαιτούμενη τιμή.

6.3.6 Ποσότητα ινών

Η συμμόρφωση επιτυγχάνεται όταν καμία μέση τιμή μετρούμενης ποσότητας ινών από μία ομάδα τουλάχιστον 6 δοκιμών δεν είναι μικρότερη από $V_f - 4 \text{ Kgr/m}^3$, όπου V_f είναι η απαιτούμενη τιμή για την περιεκτικότητα ινών που έχει προσδιοριστεί με τις δοκιμές πριν από την έναρξη της κατασκευής.

6.3.7 Μέγιστη αντοχή αιχμής

Η συμμόρφωση για τη μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής επιτυγχάνεται όταν:

- Ο μέσος όρος από δοκιμές σε τρία δοκίμια ικανοποιεί τις απαιτήσεις καμπτικής αντοχής.
- Κανένα ιδιαίτερο αποτέλεσμα δεν αποκλίνει περισσότερο από $\pm 25\%$ από τον υπολογισμένο μέσο όρο.

6.3.8 Παραμένουσα αντοχή

Η συμμόρφωση για την παραμένουσα αντοχή επιτυγχάνεται όταν:

- Τουλάχιστον δύο από τις τρεις δοκούς έχουν παραμένουσα αντοχή ίση ή μεγαλύτερη από τα όρια της προδιαγεγραμμένης παραμένουσας αντοχής που δίνονται στον Πίνακα 2.
- Η τρίτη δοκός για το προδιαγεγραμμένο επίπεδο παραμόρφωσης σε κανένα σημείο δεν θα έχει παραμένουσα τάση που να είναι μικρότερη κατά 10% από την τάση που αντιστοιχεί στα όρια της προδιαγεγραμμένης κατηγορίας παραμένουσας αντοχής.

6.3.9 Καμπτική αντοχή κατά την αστοχία

Η συμμόρφωση για την καμπτική αντοχή επιτυγχάνεται όταν:

- Ο μέσος όρος από δοκιμές σε τρία δοκίμια ικανοποιεί τις απαιτήσεις καμπτικής αντοχής.
- Κανένα ιδιαίτερο αποτέλεσμα δεν αποκλίνει περισσότερο από $\pm 25\%$ από τον υπολογισμένο μέσο όρο.

7 Όροι και απαιτήσεις υγείας - ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

7.1 Πηγές κινδύνου κατά την εκτέλεση των εργασιών

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

- Καταρρεύσεις μετώπου ή θόλου σήραγγας
- Εργασία παρουσία σκόνης, καπνού και επιβλαβών αερίων και υπό συνθήκες θορύβου, ο οποίος αυξάνεται με την ανάκλαση στις παρειές της σήραγγας.
- Εργασία σε χώρο περιορισμένο, παρουσία εμποδίων και με την υποχρέωση εξασφάλισης ασφαλών συνθηκών διακίνησης στην σήραγγα κατά τη διάρκεια κατασκευής της. Διακίνηση στη σήραγγα κατά τη διάρκεια κατασκευής - διάδρομοι πεζών. Δεδομένου ότι οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι οφείλονται σε κακές συνθήκες ή σε εμπόδια στους διαδρόμους κίνησης πεζών, θα εξασφαλίζονται επαρκώς ασφαλείς συνθήκες διακίνησης, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο διαθέσιμο χώρο.
- Ηλεκτροπληξία.
- Βραχυκύκλωμα και πυρκαγιά ή επέκταση της πυρκαγιάς σε υδραυλικά λάδια.
- Εργασία με πεπιεσμένο αέρα.
- Μεταφορά βαρέων αντικειμένων.

- Εργασία σε ύψος.
- Χρήση ουσίων. Τα διάφορα πρόσμικτα πιθανόν να είναι επιβλαβή.
- Τραυματισμός κατά την εκτέλεση δοκιμών εξόλκευσης.

7.2 Μέτρα υγείας – ασφάλειας

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

- Π.Δ.1073/16-9-81 “Περί μέτρων ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών εις εργοτάξια οικοδομικών και πάσης φύσεως έργων αρμοδιότητας Πολιτικού Μηχανικού”.
- Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/Φ114080/732/96 “Ενσωμάτωση των διατάξεων της οδηγίας 92/104/ΕΟΚ “Περί των ελαχίστων προδιαγραφών για την βελτίωση της προστασίας, της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων στις υπαίθριες ή υπόγειες εξορυκτικές βιομηχανίες” στον Κανονισμό Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών” (ΦΕΚ 771/Β).
- Π.Δ.252/89 “Περί υγιεινής και ασφαλείας στα υπόγεια τεχνικά έργα” (ΦΕΚ 106Β/ /2.5.89).
- ΕΛΟΤ HD 384-E2: Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
- Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931Β/ 31.12.84).
- Π.Δ. 305/96 “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 92/57/ΕΟΚ” σε συνδυασμό με την υπ’ αριθμ. 130159/7-5-97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/19-5-97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με το εν λόγω Π.Δ..
- Π.Δ. 396/94 ΦΕΚ:221/Α/94 “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας για την χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ”.
- Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α91) “Σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στον θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ”.
- Π.Δ. 397/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) “Ελάχιστες προδιαγραφές ασφαλείας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ”.

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

Πίνακας 13 - ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Προστατευτική ενδυμασία	ΕΛΟΤ EN 863
Προστασία χεριών και βραχιόνων	ΕΛΟΤ EN 388
Προστασία κεφαλιού	ΕΛΟΤ EN 397
Προστασία ποδιών	ΕΛΟΤ EN ISO 20345
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 136 E2
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 140 E2
Προστασία της	ΕΛΟΤ EN 143/A1

αναπνοής	
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 149 E2 + AC
Προστασία της αναπνοής	ΕΛΟΤ EN 405 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.01 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.02 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.03 E2
Προστασία της ακοής	ΕΛΟΤ EN 352.04

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

Για τη διαρρύθμιση των μηχανών και των λοιπών εγκαταστάσεων, στην περίπτωση που πιθανολογείται η ύπαρξη εκρήξιμης ατμόσφαιρας, θα ισχύουν οι προβλέψεις της Οδηγίας 94/9/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Μαρτίου 1994 σχετικά με την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών - μελών για τις συσκευές και τα συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εκρήξιμες ατμόσφαιρες (Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 100 της 19/04/1994 σ. 0001 – 0029), αλλά και αυτές του Π.Δ. 42/2003 (ΦΕΚ44/Α/21-02-2003) "Σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για τη βελτίωση της προστασίας και της ασφάλειας των εργαζομένων οι οποίοι είναι δυνατόν να εκτεθούν σε κίνδυνο από εκρηκτικές ατμόσφαιρες σε συμμόρφωση με την οδηγία 1999/92/ΕΚ της 16-12-1999 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου".

Όλες οι επί μέρους μηχανικές διατάξεις θα συμμορφώνονται προς τα ισχύοντα Ελληνικά Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών.

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

- Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93) "Για την προστασία των εργαζομένων από φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 88/642/ΕΟΚ"
- Π.Δ. 399/94 (ΦΕΚ 221/Α/94) "Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που συνδέονται με την έκθεση σε καρκινογόνους παράγοντες κατά την εργασία σε συμμόρφωση με την οδηγία του Συμβουλίου 90/394/ΕΟΚ" και οι τροποποιήσεις του με τα Π.Δ.127/2000 (ΦΕΚ 111/Α/2000) και Π.Δ. 43/2003 (ΦΕΚ 44/Α/21-2-2003)
- Π.Δ.90/1999 (ΦΕΚ 94/Α/99) "Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανωτάτων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής" και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 77/93 (ΦΕΚ 34/Α/93)
- Π.Δ.338/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) "Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες"
- Π.Δ.339/2001 (ΦΕΚ 227/Α/2001) Τροποποίηση του Π.Δ. 307/86 (135/Α) "Προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας τους"

Για τη μείωση της προκαλούμενης σκόνης κατά την εκτόξευση του σκυροδέματος συστήνονται τα εξής:

- Στην ξηρή μέθοδο χρήση ελαφρώς υγρών αδρανών, κλείσιμο του εξοπλισμού εκτόξευσης, κατάλληλος σχεδιασμός ακροφυσίου και απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια εκτόξευσης.
- Στην υγρή μέθοδο χρήση μη αλκαλικών επιταχυντών.
- Χρήση μηχανικών βραχιόνων εκτόξευσης.
- Επαρκής αερισμός.

Οι κίνδυνοι για την υγεία του επί τόπου προσωπικού, ιδιαίτερα οι παθήσεις και προσβολές του δέρματος και των ματιών, μπορούν να προληφθούν με αποκλεισμό των υψηλών αλκαλικών και έντονα ερεθιστικών προσμίκτων, όπως υδρύαλος και προϊόντα αλουμινικής βάσης.

Δεν επιτρέπεται η διέλευση κάτω από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα που έχει μόλις τοποθετηθεί πριν αυτό αναπτύξει επαρκή αντοχή. Το απαιτούμενο χρονικό διάστημα θα εκτιμάται με βάση τις μετρήσεις ανάπτυξης πρώιμης αντοχής και τις επί τόπου συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία, τύπος τσιμέντου, δοσολογία επιταχυντή).

Στην περίπτωση έμφραξης των σωλήνων και του ακροφυσίου θα διακόπτεται άμεσα η λειτουργία του παρακάτω εξοπλισμού:

- Του κύριου αεροσυμπιεστή προσαγωγής αέρα.
- Της μηχανής εκτόξευσης (θα αδειάζει και/ή θα κλείνει).
- Της αντλίας του επιταχυντή.
- Του αέρα στο ακροφύσιο.

Στη μηχανή της υγρής μεθόδου θα αναστρέφεται η αντλία για αποτόνωση της πίεσης του σκυροδέματος.

Πριν την αποσυναρμολόγηση των σωληνώσεων, αυτές θα διασφαλίζονται από μη ελεγχόμενες αναπηδήσεις ή οπισθοδρομήσεις.

Δεν θα στέκεται κανένας μπροστά από την υπό αποσυναρμολόγηση σωληνώση εκτός και αν η πίεση σε αυτή έχει αποτονωθεί.

Για την ασφάλεια των σωληνώσεων και των συνδέσεων:

- Θα χρησιμοποιούνται μόνο οπλισμένοι και εγκεκριμένοι σωλήνες και σύνδεσμοι. Γενικά θα εγκρίνονται σε πίεση διάρρηξης διπλάσια από την πραγματική πίεση λειτουργίας.
- Όλες οι ενώσεις/σύνδεσμοι (σκυροδέματος, νερού, επιταχυντού και αέρα) θα είναι εξοπλισμένες με δευτερογενή εξαρτήματα ασφαλείας.
- Όλοι οι σύνδεσμοι και οι σωληνώσεις θα ελέγχονται και θα δοκιμάζονται.

7.3 Κίνδυνοι και μέτρα για το περιβάλλον

Η κύρια επίδραση στο γεωϋλικό αφορά στην ανάμιξη του εκσκαπτόμενου υλικού με το υλικό της αναπήδησης. Είναι επομένως, και για το λόγο αυτό, ιδιαίτερα σημαντική η μείωση της αναπήδησης στα ελάχιστα δυνατά επίπεδα. Η διαχείριση του υλικού της αναπήδησης θα γίνεται όπως προβλέπει η Μελέτη του έργου και οι εγκεκριμένοι περιβαλλοντικοί όροι.

Η κύρια επίδραση στο υπόγειο νερό αφορά στην απόπλυση των υλικών του εκτοξευόμενου σκυροδέματος και την επιβλαβή επίδρασή τους σε αυτό. Γενικά το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με μη αλκαλικούς επιταχυντές θεωρείται όπως και το συμβατικό σκυρόδεμα περιβαλλοντικά ασφαλές υλικό. Η χρήση αλκαλικών αλουμινικής ή/και πυριτικής βάσης επιταχυντών αυξάνει το ποσοστό των αποπλύσιμων υλικών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και φυσικά και στο υλικό της αναπήδησης.

Συστήνεται, και για τον περιορισμό των επιδράσεων στα υπόγεια νερά, η χρήση επιταχυντικών προσμίκτων μη αλκαλικών, επιμελής εργασία, επιτυχής μελέτη συνθέσεως, χαμηλός λόγος νερού : τσιμέντο και η χρήση πυριτικής παιπάλης.

8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

8.1 Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Η επιμέτρηση του πλήρους εκτοξευόμενου σκυροδέματος άμεσης υποστήριξης, οπλισμένου ή μη, σε κανονική διατομή της σήραγγας, φωλεές και διευρύνσεις, θα γίνεται σε κυβικά μέτρα (m^3) μετρούμενα ως εξής (εναλλακτικά, ένας από τους ακόλουθους τρόπους, της επιλογής του Κυρίου του Έργου):

- α) Με βάση το πάχος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (μετρούμενο επί της Γραμμής Α) το οποίο προβλέπεται στη Μελέτη, και βεβαίως πραγματικά κατασκευάστηκε.
- β) Με βάση το πάχος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος που προκύπτει από το άθροισμα:
 - i) του πάχους του εκτοξευόμενου σκυροδέματος που μετράται από τη «Γραμμή Επιμέτρησης Γ» έως την Γραμμή «Α» (πάχος $d_0/2$) και
 - ii) του πάχους του εκτοξευόμενου σκυροδέματος που προβλέπεται στη Μελέτη, και το οποίο βεβαίως πραγματικά κατασκευάστηκε.
 - iii) Του πραγματικού ολικού όγκου που τοποθετήθηκε σε συγκεκριμένες και περιορισμένης έκτασης θέσεις με οδηγίες ή με την σύμφωνη γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας

Σημείωση 1: Η επιλογή ενός από τους ανωτέρω τρόπους συνεπάγεται αντίστοιχη επιλογή μεταξύ των τρόπων επιμέτρησης του όγκου της εκσκαφής και εφαρμογή της αντίστοιχης τιμής μονάδας.

Σημείωση 2: Οι γραμμές Α και Γ ορίζονται στο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01

Η επιμέτρηση του πλήρους εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε κάθε άλλη θέση (κελύφη προπλαισίων, κελύφη μόνιμης επένδυσης σήραγγας, άλλες ειδικές κατασκευές κ.λπ.) γίνεται με βάση τον πραγματικό όγκο που τοποθετείται με βάση τη Μελέτη ή με οδηγίες ή/και σύμφωνη γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας

Για την επιμέτρησή του το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα διακρίνεται ανάλογα με την κατηγοριοποίηση που αναφέρεται στην παρούσα προδιαγραφή. Ως βάση κατηγοριοποίησης, αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στη Μελέτη, προτείνεται η διάκριση των κατηγοριών θλιπτικής αντοχής (παρ. 3.2.4) ή των ειδικών απαιτήσεων προδιαγραφής του υλικού (είδη υλικών, τρόπος κατασκευής κ.λπ.) που επιβάλλει ο Κύριος του Έργου. Η διάκριση αυτή αναφέρεται σε απαιτήσεις που καθορίζονται από τη Μελέτη ή επιβάλλονται από τον Κύριο του Έργου και όχι από κατασκευαστικούς περιορισμούς ή επιλογές του Αναδόχου

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και κατανάλωση ενέργειας καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα δράση, απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω κατασκευή και εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος υπογείων έργων και σηράγγων. Ειδικότερα (ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά), δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια των απαραίτητων υλικών σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης σύνθεσης
- Τα πάσης φύσεως πρόσμικτα ή και πρόσθετα (πλύν ινών και οπλισμών καθώς και πυριτικής παιπάλης αν αυτό ειδικά προβλέπεται από τη Μελέτη και τη σύμβαση)
- Η μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση και φύλαξή τους
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο, υπό τη μορφή εκτοξεύσιμου σκυροδέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου εξοπλισμού και προσωπικού για την παρασκευή, ανάμιξη και μεταφορά του εκτοξευόμενου σκυροδέματος
- Η διάθεση του απαραίτητου εξοπλισμού και προσωπικού για τη μεταφορά του εκτοξευόμενου σκυροδέματος στη θέση εφαρμογής και εφαρμογή του με τη διαδικασία της εκτόξευσης
- Η ανάληψη όλων των απαιτούμενων ενεργειών και δράσεων για τη συντήρηση του εκτιξευόμενου σκυροδέματος, σύμφωνα με τις προβλέψεις της παρούσας
- Φθορά και απομείωση, υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων, ρυθμίσεων, για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν

διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

8.2 Πυριτική παιπάλη εκτοξευόμενου σκυροδέματος

A. Η επιμέτρηση της πυριτικής παιπάλης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος θα γίνεται σε κιλά (kg) ενσωματούμενης ποσότητας

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και κατανάλωση ενέργειας καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα δράση, απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη ενσωμάτωση πυριτικής παιπάλης εντός εκτοξευόμενου σκυροδέματος υπογείων έργων και σιηράγγων. Ειδικότερα (ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά), δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια της πυριτικής παιπάλης σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης σύνθεσης
- Η μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση και φύλαξή της
- Η ενσωμάτωσή της στο έργο, εντός του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, με διάθεση του απαραίτητου εξοπλισμού και προσωπικού
- Φθορά και απομείωση, υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων, ρυθμίσεων, για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

Για την επιμέτρηση θα λαμβάνεται υπόψη η πραγματικά και βάσει της Μελέτης Σύνθεσης ενσωματούμενη ποσότητα των υλικών αυτών στο κατά την παρ 8.1. επιμετρούμενο εκτοξευόμενο σκυροδέμα.

B. Εναλλακτικά η πυριτική παιπάλη δεν επιμετράται ξεχωριστά, διότι περιλαμβάνεται στην επιμέτρηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (παρ. 8.1)

8.3 Ίνες

Η επιμέτρηση των ινών του εκτοξευόμενου σκυροδέματος θα γίνεται σε κιλά (kg) ενσωματούμενης ποσότητας ανά είδος ινών και ειδικότερα για:

- Χαλύβδινες ίνες
- Ίνες από οργανικά πολυμερή
- Ίνες από γυαλί
- Ίνες από πολυκαρβονικά υλικά

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και κατανάλωση ενέργειας καθώς και κάθε άλλη συμπαρομαρτούσα δράση, απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη ενσωμάτωση πυριτικής ινών εντός εκτοξευόμενου σκυροδέματος υπογείων έργων και σιηράγγων. Ειδικότερα (ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά), δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια των ινών σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης σύνθεσης
- Η μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση και φύλαξή τους
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο, εντός του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, με διάθεση του απαραίτητου εξοπλισμού και προσωπικού
- Φθορά και απομείωση, υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων, ρυθμίσεων, για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.

Για την επιμέτρηση θα λαμβάνεται υπόψη η πραγματικά και βάσει της Μελέτης Σύνθεσης ενσωματούμενη ποσότητα των ινών στο κατά την παρ 8.1., επιμετρούμενο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

8.4 Χαλύβδινοι οπλισμοί

Η επιμέτρηση των οπλισμών του εκτοξευόμενου σκυροδέματος γίνεται με βάση τις προβλέψεις της προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-03-08-00

8.5 Εναλλακτικός τρόπος επιμέτρησης

Εναλλακτικά, όταν ορίζεται στα λοιπά τεύχη δημοπράτησης, τα αναφερόμενα στις παρ. 8.1, 8.2, 8.3 και 8.4 δεν επιμετρώνται ξεχωριστά, διότι είναι ενσωματωμένα στη μονάδα μέτρησης της εκσκαφής σήραγγας (προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-01 και ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-12-02-01-02).