

# ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

---

- 12 Σήραγγες
  - 03 Υποστήριξη
  - 02 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα**
  - 00 -
- 

*Έκδοση 1η*

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΕΩΝ  
ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟ  
ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ**

**2η ΟΜΑΔΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ**

**Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (Ι.Ο.Κ.)**

*Λ. Αλεξάνδρας 91 & Δρόση - 114 74 ΑΘΗΝΑ*

*URL: <http://www.iok.gr>*

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....</b>	<b>1</b>
1.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	1
1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ.....	1
1.3. ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ.....	3
1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (CLASSIFICATION AND DESIGNATION) .....	7
1.4.1 Συνεκτικότητα (consistence) υγρού αναμίγματος.....	7
1.4.2 Κατηγορίες βλαπτικότητας περιβάλλοντος.....	7
1.4.3 Νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα .....	7
1.4.4 Τελική θλιπτική αντοχή .....	8
1.4.5 Καμπτική αντοχή.....	8
1.4.6 Κλάσεις παραμένουσας αντοχής ινοπλισμένου εκτοξευόμενου σκυροδέματος.....	8
<b>2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....</b>	<b>9</b>
2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ .....	9
2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ .....	9
2.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ .....	10
2.3.1 Γενικά.....	10
2.3.2 Σύνθεση σκυροδέματος .....	11
2.3.3 Μελέτη σύνθεσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος.....	11
2.3.4 Απαιτήσεις για το τοποθετημένο και σκληρωμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα .....	13
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....</b>	<b>14</b>
3.1. ΑΝΑΜΙΞΗ .....	14
3.2. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	14
3.3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	15
3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ .....	15
3.5. ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΙΝΕΣ (ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟ).....	18
3.6. ΑΝΑΠΗΔΗΣΗ .....	18
3.7. ΑΡΜΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	18
3.8. ΕΠΙΣΚΕΥΗ.....	18
3.9. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	19
3.10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑΤΩΝ.....	19
3.11. ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ .....	19
3.12. ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΨΥΧΡΟΥ ΚΑΙΡΟΥ .....	20
<b>4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....</b>	<b>20</b>
4.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	20
4.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ .....	20

4.3.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	21
4.3.1	Γενικά.....	21
4.3.2	Έλεγχος συστατικών υλικών.....	21
4.3.3	Έλεγχος βασικού αναμίγματος.....	22
4.3.4	Έλεγχος των ιδιοτήτων του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.....	23
4.3.5	Κριτήρια συμμόρφωσης.....	24
4.3.5.1.	Ανάπτυξη πρώιμης αντοχής .....	24
4.3.5.2.	Θλιπτική αντοχή.....	25
4.3.5.3.	Αντίσταση σε διείσδυση νερού.....	25
4.3.5.4.	Αντίσταση στον παγετό.....	25
4.3.5.5.	Αντοχή συνάφειας.....	25
4.3.5.6.	Ποσότητα ιών .....	25
4.3.5.7.	Μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής.....	25
4.3.5.8.	Παραμένουσα αντοχή .....	25
4.3.5.9.	Καμπτική αντοχή κατά της αστοχίας.....	26
<b>5.</b>	<b>ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ....</b>	<b>26</b>
5.1.	ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ .....	26
5.2.	ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	26
5.3.	ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	29
<b>6.</b>	<b>ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗ.....</b>	<b>29</b>
6.1.	ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	29
6.2.	ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ - ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ .....	30
6.3.	ΙΝΕΣ.....	31
6.4.	ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ .....	31

## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

### 1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα προδιαγραφή περιλαμβάνει την 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 στα έργα εντός και εκτός της σήραγγας, σε οποιαδήποτε διατομή και σε οποιαδήποτε θέση στην διατομή της (θόλος, παρειές, θεμέλια), σε ευθύγραμμο ή/και καμπύλα τμήματα (σε οριζοντιογραφία ή/και μηκοτομή), στις θέσεις τοποθέτησης των Η/Μ εγκαταστάσεων (φωλιές, διευρύνσεις, κανάλια κ.λπ.), στις συνδετήριες σήραγγες, 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).

Το πλήρες εκτοξευόμενο σκυρόδεμα περιλαμβάνει τη διάθεση του απαιτούμενου εξοπλισμού-εργατικού και τεχνικού δυναμικού, την προμήθεια υλικών σκυροδέματος (τσιμέντο, αδρανή, νερό, πρόσμικτα, πρόσθετα κλπ), μεταλλικών ινών, ράβδων, δομικού πλέγματος και κάθε είδους απαιτούμενου υλικού, μικρούλικού και εξαρτημάτων επί τόπου του έργου, τις εργασίες παραγωγής σκυροδέματος, προετοιμασίας της επιφάνειας, ανάμιξης ινών, εκτόξευσης, δημιουργίας αρμών, επισκευής, συντήρησης κλπ, τις εργασίες, τον εξοπλισμό και τα υλικά για κάθε είδους ελέγχους-μετρήσεις-δοκιμές, για την τεχνικά άρτια αποπεράτωση της πλήρους παραγωγής και εφαρμογής του όπως προδιαγράφεται στις ΠΕΤΕΠ και στη Μελέτη.

### 1.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

Ως “εκτοξευόμενο σκυρόδεμα” (shotcrete ή gunite 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.

Ως “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.

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.

#### ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΪΟΝ

Ως “βασικό ανάμιγμα” νοείται ανάμιγμα σκυροδέματος που παραλαμβάνεται είτε σαν έτοιμο ανάμιγμα είτε αναμιγνύεται επί τόπου, με σκοπό να τροφοδοτήσει τον εξοπλισμό εκτόξευσης και να οδηγηθεί στο ακροφύσιο εκτόξευσης.

Ως “ξηρό ανάμιγμα” νοείται το βασικό ανάμιγμα με μέγιστη περιεχόμενη υγρασία μικρότερη από 0,5%, που προορίζεται για χρήση στην ξηρή μέθοδο.

Ως “εργοστασιακώς αναμιγμένο ξηρό ανάμιγμα” νοείται το ξηρό ανάμιγμα που παραλαμβάνεται επί τόπου προς χρήση σε σάκους ή σιλό.

Ως “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.

Ως “υγρό ανάμιγμα” νοείται το βασικό ανάμιγμα που προορίζεται για χρήση στην υγρή μέθοδο.

Ως “νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα” νοείται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με ηλικία μέχρι 24 ώρες από την κατασκευή του σχετικού στοιχείου.

Ως «ώριμο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα» νοείται το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με πλήρη ανάπτυξη των ιδιοτήτων του, που νοείται σε ηλικία τουλάχιστον 28 ημερών.

#### ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Ως “συντήρηση” νοούνται τα μέτρα για μείωση των επιβλαβών συνεπειών της εξάτμισης από το σκυρόδεμα.

Ως “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.

Ως “ξηρή μέθοδος” νοείται η μέθοδος εκτόξευσης ξηρού αναμίγματος όπου η απαιτούμενη ποσότητα του νερού ή πρόσθετου νερού εισάγεται στο ακροφύσιο.

Ως “ακροφύσιο” νοείται η διάταξη απόληξης της σωλήνας μεταφοράς του εκτοξευομένου 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.

Ως “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.

Ως “υγρή μέθοδος” νοείται η μέθοδος εκτόξευσης υγρού αναμίγματος με καθορισμένο λόγο νερού: τσιμέντο.

#### ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΜΕ ΤΙΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ως “κατηγορία πρώιμης ανάπτυξης” (early development class) νοείται η έκταση της πρώιμης πήξης και η πρώιμη ανάπτυξη αντοχής μέχρι και τις 24 ώρες.

Ως “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.

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

Ως “ισοδύναμη διάμετρος ίνας” νοείται η διάμετρος ενός κύκλου με επιφάνεια ίση με την επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής μίας μη κυκλικής ίνας.

Ως “μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής” (first peak flexural strenght) νοείται η τάση που αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο στο οποίο ανθίσταται ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα όταν υπόκειται σε δοκιμή κάμψης όπως προδιαγράφεται στο πρότυπο prEN 14488-3.

Ως “καμπτική αντοχή κατά την αστοχία” (ultimate flexural strength) νοείται η τάση που αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο το οποίο μπορεί να αναλάβει ένα άοπλο ή ινοπλισμένο σκυρόδεμα όταν υπόκειται σε μία καμπτική δοκιμή όπως αυτή ορίζεται στα πρότυπα EN 12390-5:2000 ή prEN 14488-3.

Ως “νωπό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα” (fresh sprayed concrete) νοείται αυτό πριν την πήξη του.

Ως “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 prEN 14488-3.

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

#### ΟΡΙΣΜΟΙ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΟΙ ΜΕ ΤΙΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Ως “προκαταρκτικές δοκιμές” (preliminary test) νοούνται οι δοκιμές που ελέγχουν την απαιτούμενη σύνθεση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος ώστε να ικανοποιούνται όλες οι προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις στην νωπή και σκληρυμένη κατάσταση.

Ως “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.

Ως “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.

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

Ως “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.

### **1.3. ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΑ ΠΡΟΤΥΠΑ**

Το εφαρμοζόμενο στο έργο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα ικανοποιεί τις πλέον πρόσφατες και αναθεωρημένες εκδόσεις των ακόλουθων προτύπων:

1. prEN 14487-1, Sprayed Concrete - Part 1: Definitions, Specifications and Conformity. -- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμοί, προδιαγραφές, συμμορφώσεις.
2. prEN 14487-2, Sprayed concrete - Part 2: Execution -- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Μέρος 2: Εφαρμογή.
3. prEN 14488-1, Testing Sprayed Concrete - Part 1: Sampling Fresh and Hardened Concrete -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Μέρος 1: Δειγματοληψία σε νωπή και σκληρυμένη κατάσταση.
4. prEN 14488-2, Testing Sprayed Concrete - Part 2: Compressive Strength of Young Sprayed Concrete -- Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Μέρος 2: Πρώιμη θλιπτική αντοχή εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

5. prEN 14488-3, Testing Sprayed Concrete - Part 3: Flexural Strengths (First Peak, Ultimate and Residual) of Fibre Reinforced Beam Specimens -- Δοκιμές εκτοξευομένου σκυροδέματος. Μέρος 3: Αντοχή σε κάμψη δοκιμών ινοπλισμένων δοκών (αιχμής, ολική και παραμένουσα).
6. prEN 14488-4, Testing Sprayed Concrete - Part 4: Bond Strength of Cores by Direct Tension -- Δοκιμές εκτοξευομένου σκυροδέματος. Μέρος 4. Προσδιορισμός της δύναμης πρόσφυσης πυρήνων υπό άμεση εφαρμογή τάσης.
7. prEN 14488-7, Testing Sprayed Concrete - Part 7: Fibre Content of Fibre Reinforced Concrete - Δοκιμές εκτοξευομένου σκυροδέματος. Μέρος 7: Περιεκτικότητα σε ίνες του ινοπλισμένου εκτοξευομένου σκυροδέματος.
8. EN 197-1:2000, Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα.
9. EN 206-1:2000, Concrete Part 1 : Specification, performance production and conformity -- Σκυρόδεμα - Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή, συμμόρφωση.
10. EN 934-2:2001, Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση.
11. EN 934-5:2005, 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 εκτοξευομένου σκυροδέματος. Ορισμοί, απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση.
12. EN 934-6:2001, 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.
13. EN 1008:2002, 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.
14. prEN 1504-3:2005, 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 συμμόρφωσης. Μέρος 3: Επισκευές φερόντων και μή στοιχείων.
15. EN 1542:1999, Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Test methods - Measurement of bond strength by pull-off -- Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή κατασκευών από σκυρόδεμα - Μέθοδοι δοκιμής - Μέτρηση της αντοχής συγκόλλησης με εξόλκευση.
16. EN 12350-2:1999, Testing fresh concrete - Part 2: Slump test -- Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 2: Δοκιμή κάθισης.
17. EN 12350-5:1999, Testing fresh concrete - Part 5: Flow table test -- Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 5: Δοκιμή σε τράπεζα εξαπλώσεως
18. EN 12350-6:1999, Testing fresh concrete - Part 6: Density -- Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 6: Πυκνότητα



- 19.EN 12390-5:2000, Testing hardened concrete - Part 5: Flexural strength of test specimens -- Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 5: Αντοχή σε κάμψη δοκιμίων.
- 20.EN 12390-7:2000, Testing hardened concrete - Part 7: Density of hardened concrete -- Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 7: Πυκνότητα σκληρυμένου σκυροδέματος
- 21.EN 12390-8:2000, Testing hardened concrete - Part 8: Depth of penetration of water under pressure -- Δοκιμές σκληρυμένου σκυροδέματος - Μέρος 8: Βάθος διείσδυσης νερού υπό πίεση.
- 22.EN 12504-1:2000, Testing concrete in structures - Part 1: Cored specimens - Testing, examining and testing in compression -- Δοκιμές σκυροδέματος στις κατασκευές - Μέρος 1: Δοκίμια πυρήνων - Λήψη, εξέταση και δοκιμή σε θλίψη.
- 23.EN 1504-3:2005, 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 συμμόρφωσης. Μέρος 3: Επισκευές φερόντων και μή στοιχείων
- 24.EN 12620:2002, Aggregates for concrete - Αδρανή σκυροδεμάτων
- 25.EN 13412:2002, 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.
- 26.EN 13670-1:2000, Execution of concrete structures - Part 1: Common Rules -- Κατασκευή δομημάτων από σκυρόδεμα. Μέρος 1: Γενικοί κανόνες.
- 27.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.
- 28.ISO 6784:1982, Concrete -- Determination of static modulus of elasticity in compression. -- Σκυρόδεμα. Προσδιορισμός στατικού μέτρου ελαστικότητας σε θλίψη.
- 29.ISO 4012:1978, Concrete -- Determination of compressive strength of test specimens -- Σκυρόδεμα. Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής δοκιμίων.

Παρακάτω αναφέρονται τα κύρια περιεχόμενα των prEN που σχετίζονται με τις δοκιμές ποιοτικού ελέγχου για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14487-1, σε αυτό εμπεριέχονται τα ακόλουθα στοιχεία:

- Ορολογία και ορισμοί που σχετίζονται με την εφαρμογή και την τεχνολογία εκτοξευόμενου σκυροδέματος.
- Πίνακες και διαγράμματα κατατάξεων και αντιστοιχήσεων περί των συνθηκών έκθεσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, περί της κατάστασης του νέου εκτοξευόμενου σκυροδέματος, ως και περί της θλιπτικής και εφελκυστικής αντοχής αυτού.
- Απαιτήσεις καταλληλότητας των συστατικών υλικών και της σύνθεσης αυτού ως και διαδικασίες προσδιορισμού των τελικών ιδιοτήτων του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.
- Διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου και εξέτασης της ποιότητας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.
- Έλεγχος της διαδικασίας παραγωγής.

- Κριτήρια καταλληλότητας όσον αφορά στην ανάπτυξη των πρώιμων αντοχών, της θλιπτικής, της εφελκυστικής ως και της παραμένουσας αντοχής του εκτοξευομένου σκυροδέματος.
- Απαιτήσεις της χρήσεως προσμίκτων υλικών, αδρανών, τσιμέντου, ινών και λόγου υδατοσιμέντου.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14488-2, περί της πρώιμης θλιπτικής αντοχής του εκτοξευομένου σκυροδέματος, εμπεριέχονται σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:

- Μέθοδοι επιτόπου προσδιορισμού της πρώιμης θλιπτικής αντοχής του εκτοξευομένου σκυροδέματος.
- Συσκευές εκτέλεσης των μεθόδων.
- Ακολουθούμενες διαδικασίες ελέγχου.
- Απαιτήσεις έκθεσης αναφοράς αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14488-3 περί εφελκυστικών αντοχών εκτοξευομένων σκυροδεμάτων, εμπεριέχονται σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:

- Περιγραφή αρχών και διαδικασιών εκτέλεσης των σχετικών δοκιμών.
- Περιγραφή συσκευών ελέγχου και ακολουθούμενης διαδικασίας.
- Απαιτήσεις έκθεσης αναφοράς αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14488-4 περί διατμητικής αντοχής εκτοξευομένου σκυροδέματος, εμπεριέχονται σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:

- Αρχές εργαστηριακού προσδιορισμού.
- Συσκευές και διαδικασίες ελέγχου.
- Απαιτήσεις εκθέσεων αναφοράς αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14488-5 περί καθορισμού απορρόφησης ενέργειας κατά την φόρτιση εκτοξευομένου σκυροδέματος, εμπεριέχονται σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:

- Αρχές εργαστηριακού ελέγχου.
- Συσκευές και διαδικασίες εφαρμογής φορτίου και μέτρησης παραμορφώσεων.
- Συσκευές ελέγχου.
- Προετοιμασία και τοποθέτηση δειγμάτων.
- Απαιτήσεις έκθεσης αναφοράς αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14488-7 περί προσδιορισμού περιεχομένων ινών σε ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυροδέμα, εμπεριέχονται σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:

- Αρχές εργαστηριακού προσδιορισμού.
- Μέθοδοι ελέγχου για δείγματα πρώιμης ή τελικής σκλήρυνσης.
- Διαδικασίες υπολογισμού του όγκου του δείγματος και της μάζας των περιεχομένων ινών.
- Απαιτήσεις εκθέσεων αναφοράς αποτελεσμάτων.

Όσον αφορά στο πρότυπο prEN 14488-1 περί δειγματοληψίας δοκιμών εκτοξευομένου σκυροδέματος, εμπεριέχονται σε αυτό τα ακόλουθα στοιχεία:

- Αρχές εργαστηριακού ή επιτόπου προσδιορισμού.

- Συσκευές μέτρησης και δειγματοληψίας.
- Διαδικασίες ελέγχου λήψης δείγματος από βασικό μείγμα, από επιτόπου εφαρμοσμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, από φάτνωμα κ.λπ.

Είναι αυτονόητο ότι σε περίπτωση που υφίστανται ειδικές απαιτήσεις σύνθεσης, αντοχών, ποιοτικού ελέγχου, ανάμιξης και εφαρμογής, ελέγχου στατικών παχών κ.λπ. από την οριστική Μελέτη του έργου, αυτές υπερισχύουν έναντι των σχετικών προτύπων και η επιβεβαίωση της ικανοποίησής τους αποτελεί ευθύνη της Υπηρεσίας.

#### **1.4. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ (CLASSIFICATION AND DESIGNATION)**

##### **1.4.1 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 EN 206-1:2000.

##### **1.4.2 Κατηγορίες βλαπτικότητας περιβάλλοντος**

Οι οριακές τιμές για την σύνθεση σκυροδέματος που σχετίζονται με τις κατηγορίες βλαπτικότητας περιβάλλοντος και δίνονται στο πρότυπο EN206-1:2000, 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.

##### **1.4.3 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.

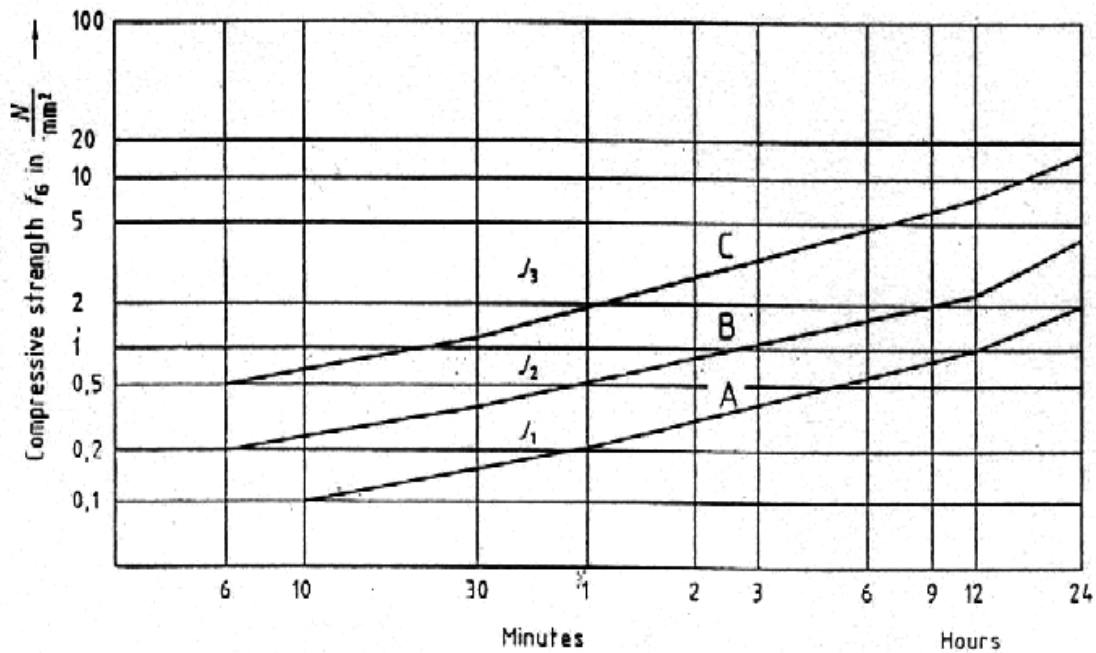
Όταν προδιαγράφεται η ανάπτυξη της αντοχής του νεαρού εκτοξευομένου σκυροδέματος, θα γίνεται εφαρμογή και αναφορά στις κλάσεις πρώιμης αντοχής J1, J2 ή J3 σύμφωνα με το παρακάτω Σχήμα 1. Η τάξη πρώιμης αντοχής J1 ορίζεται στην περιοχή μεταξύ των γραμμών A και B, η κλάση J2 στην περιοχή μεταξύ των γραμμών 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 prEN 14488-2 ή με την μέθοδο βλήτρου σύμφωνα με την δοκιμή του προτύπου prEN 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.

*ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Περιοχές τιμών αντοχής νεαρού σκυροδέματος καθοριζόμενες με διάφορες μεθόδους*

Μέθοδος	Περιοχή τιμών αντοχής νεαρού σκυροδέματος MPa
prEN 14488-2 --- Μέθοδος A	0,2 - 1,2
prEN 14488-2 --- Μέθοδος B	3 - 16
EN 12504-3:2005	>10



Σχήμα 1: Κλάσεις πρώιμης αντοχής νεαρού εκτοξευμένου σκυροδέματος

#### 1.4.4 Τελική θλιπτική αντοχή

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

#### 1.4.5 Καμπτική αντοχή

Η καμπτική αντοχή θα δοκιμάζεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 12390-5:2000 ή το prEN 14488-3 (όποιο είναι κατάλληλο για συγκριτική θεώρηση).

#### 1.4.6 Κλάσεις παραμένουσας αντοχής ινοπλισμένου εκτοξευμένου 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 prEN 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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 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				

## 2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

### 2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

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

### 2.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΩΝ

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 Ευρωπαϊκό Πρότυπο.

Εναλλακτικά, όπου τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα δεν καλύπτουν το ιδιαίτερο υλικό ή την προοριζόμενη επιτελεστικότητα του ή το υλικό αποκλίνει από τις απαιτήσεις ενός υπάρχοντος Ευρωπαϊκού Προτύπου, η απόδειξη της καταλληλότητάς του θα προκύπτει από:

- μία Ευρωπαϊκή Τεχνική Έγκριση (European Technical Approval) η οποία αναφέρεται ειδικά στην χρήση του υλικού σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε συμμόρφωση με την παρούσα προδιαγραφή,
- τα σχετικά εθνικά πρότυπα ή προβλέψεις τα οποία αναφέρονται ειδικά στην χρήση του υλικού σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε συμμόρφωση με την παρούσα προδιαγραφή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Απαιτήσεις υλικών εκτοξευόμενου σκυροδέματος

ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
Τσιμέντο	Η καταλληλότητα αποδεικνύεται για τσιμέντο που συμμορφώνεται με το πρότυπο EN 197-1:2000.
Αδρανή υλικά	Η καταλληλότητα αποδεικνύεται για αδρανή που συμμορφώνονται με το πρότυπο EN 12620:2002.
Νερό	Το νερό θα συμμορφώνεται προς το πρότυπο prEN 1008:2000
Πρόσμικτα	Τα πρόσμικτα θα συμμορφώνονται προς τα πρότυπα EN 934-2:2001 και/ή EN 934-5:2005 και EN 934-6:2001. <sup>1</sup>
Πρόσθετα περιλαμβανομένων και ορυκτών fillers και χρωμάτων)	Τα πρόσθετα θα συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις που εξειδικεύονται στο πρότυπο 206-1:2000.
Ίνες	Οι μεταλλικές ίνες θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις του προσαρτήματος Β του prEN 14487-1:2002. Άλλου τύπου ίνες θα ικανοποιούν τις παραπάνω γενικές απαιτήσεις.

<sup>1</sup> EN 934-2:2001 “ Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση.”, EN 934-5:2005 “ 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 εκτοξευομένου σκυροδέματος. Ορισμοί, απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση.”, EN 934-6:2001” 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.”.

## **2.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

### **2.3.1 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 την 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 την σύνθεση και τις ιδιότητες, που σχετίζονται με τις κατηγορίες βλαπτικότητας του περιβάλλοντος, εξαρτώνται από την θεωρούμενη τεχνική διάρκεια ζωής του στοιχείου του εκτοξευομένου σκυροδέματος και σε συμμόρφωση με τις προβλέψεις του προτύπου EN 206-1:2000. Οι οριακές τιμές για την σύνθεση του σκυροδέματος, που σχετίζονται με τις κατηγορίες έκθεσης και δίνονται στο πρότυπο EN206-1:2000, 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).
- Την χρήση σε περιβάλλον για το οποίο προβλέπονται και εφαρμόζονται ειδικές οριακές τιμές.
- Την αναμενόμενη συντήρηση χωρίς εκτεταμένες επιδιορθώσεις.

### 2.3.2 Σύνθεση σκυροδέματος

Οι απαιτήσεις σύνθεσης του εκτοξευομένου σκυροδέματος δίνονται γενικά στον παρακάτω πίνακα

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Απαιτήσεις για την σύνθεση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Χρήση του τσιμέντου	Ο τύπος του τσιμέντου θα προδιαγραφεται 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 EN 206-1:2000-12 παρ.5.3.1 καθώς επίσης οι προφυλάξεις αναφορικά με την αντίσταση σε αλκαλοπυριτικές αντιδράσεις θα εφαρμόζονται σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1:2000-12 παρ.5.2.3.4.
Χρήση των αδρανών	Θα εφαρμόζονται προφυλάξεις αναφορικά με την αντίσταση σε αλκαλοπυριτικές αντιδράσεις σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1:2000-12 παρ.5.2.3.4.
Χρήση των πρόσμικτων	Δεν θα υπερβαίνονται οι οριακές τιμές που τίθενται στα πρότυπα EN 934-2:2001 και EN 934-5:2005
Χρήση των πρόσθετων	Η χρήση των πρόσθετων για μόνιμες κατασκευές πρέπει να συμμορφώνεται με τις διατάξεις του προτύπου EN 206-1:2000-12 παρ.5.2.5.
Περιεχόμενα χλωριόντα	Τα περιεχόμενα χλωριόντα ενός εκτοξευομένου σκυροδέματος για μόνιμες κατασκευές δεν θα υπερβαίνουν τις τιμές που δίνονται στο πρότυπο EN 206-1:2000:12, πίνακας 10. Για το ισοπλισμένο 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 EN 206-1:2000-12 παρ. 5.3. Όπου προδιαγράφεται λόγος νερού : τσιμέντου υγρού αναμίγματος, θα υπολογίζεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 206-1:2000-12 παρ 5.4.2.
Χρήση των ινών	Η χρήση των ινών θα συμμορφώνεται με το προσάρτημα Α και Β του προτύπου prEN14487-1:2002

### 2.3.3 Μελέτη σύνθεσης εκτοξευομένου σκυροδέματος

Οι αναλογίες των υλικών για την παρασκευή του εκτοξευομένου σκυροδέματος θα καθορίζονται από Μελέτη Συνθέσεως η οποία θα γίνεται σύμφωνα με τα παρακάτω αναφερόμενα. Η Μελέτη Συνθέσεως είναι υποχρεωτική για κάθε ποιότητα, όπως επίσης και για οποιοδήποτε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ειδικών απαιτήσεων (στεγανό, ανθεκτικό κ.λπ.). Οι Μελέτες Συνθέσεως γίνονται από τα εργαστήρια του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ή άλλων φορέων του Δημοσίου, από τα εργαστήρια των Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων και από πιστοποιημένα Ιδιωτικά Εργαστήρια. Η Μελέτη Συνθέσεως 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 στην Μελέτη Συνθέσεως, 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 Συνθέσεως.

Η Μελέτη Συνθέσεως 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 Συνθέσεως γίνεται με τον ίδιο μηχανικό εξοπλισμό και με ανθρώπινο δυναμικό που θα χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή του Έργου.

Στην Μελέτη Συνθέσεως περιλαμβάνονται τόσο οι “προκαταρκτικές δοκιμές”, δηλαδή οι δοκιμές που ελέγχουν την απαιτούμενη σύνθεση του εκτοξευομένου σκυροδέματος ώστε να ικανοποιούνται όλες οι προδιαγεγραμμένες απαιτήσεις στην 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:

*ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Δοκιμές εκτοξευόμενου σκυροδέματος πριν την έναρξη κατασκευής για υποστήριξη σηράγγων*

Κατηγορίες επιθεώρησης		2	3
Δοκιμαστική εκτόξευση <sup>(1)</sup>			
Θλιπτική αντοχή			
Ανάπτυξη πρώιμης αντοχής			
Αντίσταση σε παγετό			
Διείσδυση νερού			
Συνάφεια με υπόστρωμα			
Μέτρο ελαστικότητας			
<b>ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΑ ΓΙΑ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ</b>			
Μέγιστη καμπτική αντοχή			
Οριακή καμπτική αντοχή			
Παραμένουσα αντοχή <sup>(1)</sup>			
Ικανότητα απορρόφησης ενέργειας <sup>(2)</sup>			
Περιεκτικότητα ινών			
<sup>(1)</sup> Η ποσότητα θα προδιαγράφεται για κάθε έργο			
<sup>(2)</sup> 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 στην Μελέτη.			

Εφόσον ζητηθεί, στην Μελέτη Συνθέσεως θα δίνεται η καμπύλη του λόγου Νερό/Τσιμέντο (N/T) και αντοχής για ένα διάστημα τουλάχιστον  $\pm 3$  MPa εκατέρωθεν της απαιτούμενης αντοχής. Η ποσότητα του νερού που θα δίνεται στις αναλογίες υλικών στις Μελέτες Συνθέσεως 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.

### 2.3.4 Απαιτήσεις για το τοποθετημένο και σκληρυμένο εκτοξευμένο σκυρόδεμα

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Απαιτήσεις για το σκληρυμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Ιδιότητα	Απαιτήσεις και μέθοδος δοκιμής
Νεαρό εκτοξευόμενο σκυρόδεμα	Αν προδιαγράφεται, εκτίμηση της πρώιμης θλιπτικής αντοχής μπορεί να γίνει σύμφωνα με το prEN 14488-2 ή εναλλακτικά από μια δοκιμή εξόλκευσης σύμφωνα με το prEN 12504-3:1999-12 για μη ινοπλισμένο σκυρόδεμα.
Θλιπτική αντοχή	Η θλιπτική αντοχή εκφράζεται και καθορίζεται σύμφωνα με το 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 EN 12504-1:2000, ή από πανέλα σύμφωνα με το prEN 14488-1. Η ελάχιστη διάμετρος των δοκιμών θα είναι 50 mm και ο λόγος ύψους/ διάμετρο θα είναι είτε 1,0 είτε 2,0 και θα ελέγχονται σύμφωνα με το EN 12505-1. ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο λόγος ύψους/ διαμέτρου θα είναι: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2,0 αν η αντοχή πρόκειται να συγκριθεί με αντοχή κυλίνδρου,</li> <li>- 1,0 αν η αντοχή πρόκειται να συγκριθεί με αντοχή κύβου.</li> </ul>
Πυκνότητα	Αν προδιαγράφεται, η πυκνότητα του σκληρυμένου σκυροδέματος θα καθορίζεται σύμφωνα με το EN 12390-7:2000
Μέτρο ελαστικότητας	Αν προδιαγράφεται, το μέτρο ελαστικότητας σε θλίψη θα καθορίζεται σύμφωνα με το ISO 6784:1982.
Καμπτική αντοχή	Αν προδιαγράφεται, η καμπτική αντοχή θα καθορίζεται σύμφωνα με το prEN 12390-5 για άοπλο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα εκτός εάν πρέπει να συγκριθεί με ινοπλισμένο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπότε χρησιμοποιείται το prEN 14488-3.
Αντίσταση σε διείσδυση νερού	Αν προδιαγράφεται, η αντίσταση σε διείσδυση νερού θα καθορίζεται σύμφωνα με το EN 12390-8:2000. 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 στον παγετό	Αν προδιαγράφεται, η αντίσταση στον παγετό θα καθορίζεται σύμφωνα με το prEN 14488-8.
Αντοχή συνάφειας στο υποστρώμα	Αν προδιαγράφεται, η αντοχή συνάφειας θα προσδιορίζεται σύμφωνα με το EN 1542:1999 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 διατρούμενους πυρήνες σύμφωνα με το prEN 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 prEN 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 prEN 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 –

### 3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

#### 3.1. *ANAMIXH*

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 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 την διάστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

#### 3.2. *ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ*

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 Υπηρεσίας. Οι επιφάνειες που θα αποκαλυφθούν καθαρίζονται τελείως με αέρα και νερό υπό πίεση ή με άλλα μέσα εγκεκριμένα από την 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 τον 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 τον 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 οποιοδήποτε άλλου επιβλαβούς υλικού, θα καθαρίζονται τελείως με αέρα και νερό υπό πίεση ή με άλλα μέσα της έγκρισης της Υπηρεσίας.

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

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

### **3.3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

Ο Ανάδοχος θα ενημερώνει την 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 των Τεχνικών Προδιαγραφών.

Το μηχάνημα εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος θα διαθέτει επαρκή ικανότητα διάστρωσης, για την επίτευξη του ελάχιστου χρόνου καθυστερήσεων στην εκσκαφή και στις άλλες εργασίες κατασκευής της σήραγγας. Ο εξοπλισμός θα είναι τέτοιος ώστε να είναι δυνατό τα πρόσμικτα ταχείας σκλήρυνσης να αναμιχθούν επαρκώς και αμέσως πριν από την 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 Υπηρεσίας. Εάν κατά την γνώμη της 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 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 την διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε οποιαδήποτε παρειά των εκσκαφών, όπως καθορίζεται στο παρόν άρθρο.

### **3.4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ**

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της Μελέτης και της 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 Υπηρεσίας. Για επιφάνειες που απαιτούν άμεση διάστρωση εκτοξευόμενου σκυροδέματος, ο Ανάδοχος θα ενημερώνει την Υπηρεσία δεόντως και θα προετοιμάζεται να εκτελέσει όλες τις απαιτούμενες εργασίες, χωρίς χρονοτριβή, με την έγκριση της Υπηρεσίας.

Η Υπηρεσία θα εξετάζει τις επιφάνειες του γεωυλικού αμέσως μετά την 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 την διάνοιξη ή την ανατίναξη και σε κάθε περίπτωση πριν από την διάτρωση για τον επόμενο κύκλο εκσκαφής. Όπου αναμένονται πολύ φτωχές συνθήκες γεωυλικού, η Υπηρεσία θα απαιτήσει να βρίσκεται διαθέσιμος ο εξοπλισμός παραγωγής και εφαρμογής του εκτοξευόμενου σκυροδέματος πριν την διάνοιξη ή την ανατίναξη, έτσι ώστε το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα να είναι δυνατό να επιστρωθεί με ελάχιστη καθυστέρηση.

Τυχόν υπαρχων 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 την διάστρωση ώστε να μην παραμένουν κενά πίσω από τον οπλισμό.

Ο Ανάδοχος θα αναπτύξει διαδικασίες λειτουργίας και εργασίες σύμφωνα με τις απαιτήσεις της 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 την 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 την 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 την Υπηρεσία, αφού μετρηθεί σωστά η αναπήδηση. Εφόσον έχουν καθιερωθεί οι διαδικασίες για την διάστρωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, οι επόμενες εργασίες θα διεξάγονται ανάλογα.

Όταν απαιτείται από την Υπηρεσία, το πάχος της στρώσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε οποιαδήποτε περιοχή θα ελέγχεται είτε με την διεύθυνση ράβδου, αμέσως μετά την περάτωση της εφαρμογής του, είτε με τοποθέτηση καρφιών γνωστού μήκους στον βράχο πριν από την εφαρμογή, είτε με οποιοδήποτε άλλο, εγκεκριμένο από την Υπηρεσία μέσο, όπως λήψη διατομών πριν και μετά την 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 εν πάση περιπτώσει 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 διάταξη 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  $45^\circ$  προς τις παρακείμενες επιφάνειες, μετά από έγκριση της 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 διαφυγής και θα σφραγίζει τους συνεχείς αρμούς πριν από την 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 ( $1 \text{ τεμ} / 4 \text{ m}^2$  συνήθως) μικρού βάθους για την εκτόνωση των πιέσεων του νερού, εκτός αν αλλιώς προβλέπεται από την Μελέτη.

Σε περιοχές καλυμμένες με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, που εμφανίζουν προβλήματα κακής συμπίκνωσης ή έλλειψης συνάφειας, απόμιξης (ξηρές περιοχές), κενών, θυλάκων άμμου ή ανεπαρκούς αντοχής σε θλίψη, θα απομακρύνεται το σκυρόδεμα και θα εφαρμόζεται εκ νέου σκυρόδεμα αμέσως, σε επιφάνεια τουλάχιστον  $0,30 \times 0,30 \text{ m}$ , με την έγκριση της 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. Εν πάση όμως περιπτώσει 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 του Επιβλέποντος ή/και του Μελετητού).

### **3.5. ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΙΝΕΣ (ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟ)**

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με ίνες (fiber reinforced shotcrete), το οποίο θα χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά στις υπόγειες εκσκαφές, είναι ουσιαστικά το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα που προδιαγράφεται στις προηγούμενες παραγράφους, στο οποίο έχει ενσωματωθεί κατά την 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 την Μελέτη Σύνθεσης του Αναδόχου, τα αποτελέσματα ποιοτικού ελέγχου και τις οδηγίες του κατασκευαστή αλλά εν πάση περιπτώσει θα είναι τουλάχιστον 30 kg/m<sup>3</sup>.

Εφαρμογή ινοπλισμένου σκυροδέματος θα γίνεται μόνον σε επιφάνειες υπογείων εκσκαφών και όπως δείχνεται στις Μελέτες. Σε ανοικτά πρηνή θα γίνεται αποκλειστικά χρήση μη ινοπλισμένου εκτοξευόμενου σκυροδέματος, με ή χωρίς δομικό πλέγμα.

Η ανάμιξη ινών στο σκυρόδεμα θα γίνεται έτσι ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία "σβώλων". Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει για έγκριση στην 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 την συνεχή εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, χωρίς διακοπές οι οποίες οφείλονται στις χαλύβδινες ίνες.

### **3.6. ΑΝΑΠΗΔΗΣΗ**

Τα υλικά της αναπήδησης θα αφαιρούνται και θα απομακρύνονται πριν εφαρμοσθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα σε οποιαδήποτε παρακείμενη επιφάνεια, σύμφωνα με τις οδηγίες της 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 στην συμβολή των τοίχων και δαπέδων.

Ο Ανάδοχος θα καταβάλλει κάθε προσπάθεια, ώστε η αναπήδηση να περιορίζεται στο ελάχιστο. Εάν κατά την γνώμη της 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 η Υπηρεσία θεωρεί αναγκαία για περιορισμό της αναπήδησης σε αποδεκτά όρια.

### **3.7. ΑΡΜΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

Οι κατασκευαστικοί αρμοί και οι αρμοί διακοπής της εργασίας θα κατασκευάζονται όπως εγκρίνεται ή απαιτείται από την 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.

### **3.8. ΕΠΙΣΚΕΥΗ**

Πριν από την διάστρωση της επόμενης στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος, η προηγούμενη στρώση θα ελέγχεται κατά τρόπο ικανοποιούντα την 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 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 για την Υπηρεσία.

### **3.9. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ**

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 την Υπηρεσία, για χρονικό διάστημα τουλάχιστον επτά (7) ημερών. Δεν θα γίνεται συντήρηση με χρησιμοποίηση μεμβράνης χωρίς την έγκριση της Επίβλεψης.

### **3.10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΓΜΑΤΩΝ**

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 την 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 τοπέδιλο ή λόγω άλλης αιτίας, κατά την διάρκεια προετοιμασίας της επιφάνειας αυτής.

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

### **3.11. ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΧΕΙΡΙΣΤΩΝ**

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 την Υπηρεσία, θα προβαίνει στην επίδειξη αποδεκτών ικανοτήτων της στην εφαρμογή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε κατακόρυφα και υπερκείμενα φατνώματα 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.

### **3.12. ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΨΥΧΡΟΥ ΚΑΙΡΟΥ**

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 την διατήρηση του διαστρωθέντος εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε θερμοκρασία άνω των 0°C, για διάστημα τουλάχιστον 5 ημερών μετά την 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.

## **4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **4.1. ΓΕΝΙΚΑ**

Ο έλεγχος συμμόρφωσης αποτελείται από τον 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 την 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 εκτοξευόμενου 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 εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Αν τα αποτελέσματα των δοκιμών συμμόρφωσης δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις μπορεί να απαιτηθούν συμπληρωματικές δοκιμές σύμφωνα με το πρότυπο EN 12504-1:2000 σε πυρήνες που αποκόπτονται από την κατασκευή, ή συνδυασμός δοκιμών σε πυρήνες και μη καταστροφικών ελέγχων π.χ. σύμφωνα με το πρότυπο EN 12504-2:2001.

### **4.2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ**

Για τους ελέγχους συμμόρφωσης του εκτοξευόμενου 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 τον βαθμό επικινδυνότητας και την απαιτούμενη τεχνική διάρκεια ζωής. Το πληροφοριακό προσάρτημα Α του prEN 14487-1:2002 περιέχει οδηγίες για την επιλογή της κατηγορίας επιθεώρησης.



### 4.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

#### 4.3.1 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)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η επιθεώρηση της εκτέλεσης της εργασίας καλύπτεται από το πρότυπο EN14487-2.

#### 4.3.2 Έλεγχος συστατικών υλικών

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 7: Έλεγχος συστατικών υλικών

	Υλικό	Επιθεώρηση/ Δοκιμή	Σκοπός	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας		
				Κατηγ. 1	Κατηγ. 2	Κατηγ.3
1	Τσιμέντα	Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής (σύμφ. με EN206-1:2000)	Επιβεβαίωση τύπου και προέλευσης	Κάθε παραλαβή		
2		Επιθεώρηση δελτίου παραλαβής	Επιβεβαίωση τύπου και προέλευσης	Κάθε παραλαβή		
3	Αδρανή	Δοκιμή κοκκομετρικής ανάλυσης σύμφωνα με το 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 επικέτας της συσκευασίας σύμφωνα με το EN 934-6:2001	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		

	Υλικό	Επιθεώρηση/ Δοκιμή	Σκοπός	Ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας		
				Κατηγ. 1	Κατηγ. 2	Κατηγ.3
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 EN 1008:2002	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	
12	Ίνες	Επιθεώρηση μήκους, διαμέτρου και σχήματος	Επιβεβαίωση ότι η αποστολή έχει όπως παραγγέλθηκε και από την σωστή πηγή	Κάθε παραλαβή		

#### 4.3.3 Έλεγχος βασικού αναμίγματος

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 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 EN 12350-2:1999 ή EN 12350-5:1999	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 prEN14488-7		Κάθε παρτίδα		

#### 4.3.4 Έλεγχος των ιδιοτήτων του εκτοξευόμενου 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.

ΠΙΝΑΚΑΣ 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 prEN14488-7	1/200m <sup>3</sup> ή 1/1000m <sup>3</sup> ή ελάχιστο 1(IS)	1/100m <sup>3</sup> ή 1/500m <sup>3</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/50m <sup>3</sup> ή 1/250m <sup>3</sup> ή ελάχιστο 3(IS)
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΚΛΗΡΥΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ					
4	Δοκιμή αντοχής νεαρού εκτοξ. σκυροδέματος	PrEN 14488-2	1/5000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 1(IS)	1/2000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/1000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 3(IS)
5	Θλιπτική αντοχή	ISO 4012:1978	1/500m <sup>3</sup> ή 1/2500m <sup>3</sup> ή ελάχιστο 1(IS)	1/100m <sup>3</sup> ή 1/500m <sup>3</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/50m <sup>3</sup> ή 1/250m <sup>3</sup> ή ελάχιστο 3(IS)
6	Πυκνότητα σκληρυμένου σκυροδέματος	prEN 14488-8	Όταν ελέγχεται η θλιπτική αντοχή		
7	Αντίσταση στην διείσδυση νερού	EN 12390-8:2000	1/1000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 1(IS)	1/500m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/250m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 3(IS)
8	Αντίσταση στον παγετό	prEN 14488-8	1/1000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 1(IS)	1/500m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/250m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 3(IS)
9	Αντοχή συνάφειας	prEN 14488-4	1/1000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 1(IS)	1/500m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/250m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 3(IS)

	Τύπος δοκιμής	Επιθεώρηση/Δοκιμή σύμφωνα με	Κατηγορία 1	Κατηγορία 2	Κατηγορία 3
Μέτρο Ελαστικότητας κατά ISO 6784:1982					
ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ					
10	Ποσότητα ινών	Στο σκληρυμένο σκυρόδεμα με το prEN14488-7	Όταν ελέγχεται η παραμένουσα αντοχή		
11	Παραμένουσα αντοχή	prEN 14488-3		1/2000m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 2(IS)	1/500m <sup>2</sup> ή ελάχιστο 3(IS)
12	Καμπτική αντοχή κατά την αστοχία	prEN 14488-3	Όταν ελέγχεται η παραμένουσα αντοχή		
13	Μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής	prEN 14488-3	Όταν ελέγχεται η παραμένουσα αντοχή		

### 4.3.5 Κριτήρια συμμόρφωσης

#### 4.3.5.1. Ανάπτυξη πρώιμης αντοχής

Συμμόρφωση της ανάπτυξης πρώιμης αντοχής εκτοξευομένου σκυροδέματος, που δοκιμάζεται με μέθοδο διείσδυσης βελόνας σύμφωνα με το πρότυπο prEN 14488-2, επιτυγχάνεται αν η θλιπτική αντοχή  $f_c$  (MPa) που υπολογίζεται με τον 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 (prEN14488-2)

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 prEN 144488-2, 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).

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Κριτήρια συμμόρφωσης για την μέθοδο βλήτρου (Bolt Driving)(prEN14488-2)

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)	$f_c = 0,13F/L + 0,3511$

#### 4.3.5.2. 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).

*ΠΙΝΑΚΑΣ12: Κριτήρια συμμόρφωσης για αποτελέσματα δοκιμών θλιπτικής αντοχής από την κατασκευή ή από πάνελα 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

$\delta$  είναι η τυπική απόκλιση από τουλάχιστον 6 δοκίμια

#### 4.3.5.3. Αντίσταση σε διείσδυση νερού

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

#### 4.3.5.4. Αντίσταση στον παγετό

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

#### 4.3.5.5. Αντοχή συνάφειας

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

#### 4.3.5.6. 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.

#### 4.3.5.7. Μέγιστη καμπτική αντοχή αιχμής

Η συμμόρφωση για την 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.

#### 4.3.5.8. 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.

#### **4.3.5.9. Καμπτική αντοχή κατά της αστοχίας**

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.

## **5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

### **5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

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 την διάρκεια κατασκευής της. Διακίνηση στην σήραγγα κατά την διάρκεια κατασκευής - διάδρομοι πεζών. Δεδομένου ότι οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι οφείλονται σε κακές συνθήκες ή σε εμπόδια στους διαδρόμους κίνησης πεζών, θα εξασφαλίζονται επαρκώς ασφαλείς συνθήκες διακίνησης, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμένο διατιθέμενο χώρο.
- Ηλεκτροπληξία.
- Βραχυκύκλωμα και πυρκαγιά ή επέκταση της πυρκαγιάς σε υδραυλικά λάδια.
- Εργασία με πεπιεσμένο αέρα.
- Μεταφορά βαρέων αντικειμένων.
- Εργασία σε ύψος.
- Χρήση ουσιών. Τα διάφορα πρόσμικτα πιθανόν να είναι επιβλαβή.
- Τραυματισμός κατά την εκτέλεση δοκιμών εξόλκευσης.

### **5.2. ΜΕΤΡΑ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Απαιτείται η συμμόρφωση προς τα παρακάτω νομικά κείμενα ή άλλα σχετικά ισχύοντα, που είναι 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"
- Κανονισμός Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών (ΦΕΚ 931B/ 31.12.84)
- Υπουργική Απόφαση Δ7/Α/Φ114080/732/96 "Ενσωμάτωση των διατάξεων της Οδηγίας 92/104/ΕΟΚ "περί των ελάχιστων προδιαγραφών για 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 106B/ /2.5.89)

- Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΦΕΚ 59B/11.5.65 και ΦΕΚ 293B/11.5.63)
- 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" (ΦΕΚ 212Α/29-8-96), 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"

Οι ελάχιστες απαιτήσεις των μέσων ατομικής προστασίας είναι οι εξής:

- Προστατευτική ενδυμασία: EN 863:1995: Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance - Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση.
- Προστασία χεριών και βραχιόνων: EN 388:2003: Protective gloves against mechanical risks -- Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων.
- Προστασία κεφαλιού: EN 397:1995: Industrial safety helmets (Amendment A1:2000) -- Κράνη προστασίας.
- Προστασία ποδιών: EN 345-2:1996: Safety Footwear for Professional Use - Part 2. Additional Specifications Superseded by EN ISO 20345:2004 - Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση (αντικαταστάθηκε από το πρότυπο EN ISO 20345:2004).

Επίσης θα ισχύουν:

- Π.Δ. 85/91 (ΦΕΚ 38/Α91) "Σχετικά με την προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στο θόρυβο κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ"
- 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"

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

Για την διαρρύθμιση των μηχανών και των λοιπών εγκαταστάσεων, στην περίπτωση που πιθανολογείται η ύπαρξη εκρήξιμης ατμόσφαιρας, θα ισχύουν οι προβλέψεις της Οδηγίας 94/9/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23<sup>ης</sup> Μαρτίου 1994 σχετικά με την προσέγγιση των νομοθεσιών των κρατών - μελών για τις συσκευές και τα συστήματα προστασίας που προορίζονται για χρήση σε εκρήξιμες ατμόσφαιρες (Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 100 της 19/04/1994 σ. 0001 – 0029), αλλά και αυτές του Π.Δ. 42/2003 (ΦΕΚ44/Α/21-02-2003) "Σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις για την βελτίωση της προστασίας και της ασφαλείας 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 Πρότυπα για την Ασφάλεια των Μηχανών (Κατάλογος ΕΛΟΤ όπως κάθε φορά ισχύει).

Για την 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.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 την 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 σκυροδέμα 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.

Στην 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 σωλήνωση 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.

### **5.3. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Η κύρια επίδραση στο γεωϊλικό 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.

## **6. ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗ**

### **6.1. ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Η επιμέτρηση του πλήρους εκτοξευόμενου σκυροδέματος άμεσης/προσωρινής υποσύλωσης, 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 της Υπηρεσίας):

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

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

Η επιμέτρηση του πλήρους εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε κάθε άλλη θέση (εξωτερικές κατασκευές, επενδύσεις προστασίας πρανών, κελύφη προπλαισίων, κελύφη μόνιμης επένδυσης σήραγγας, άλλες ειδικές κατασκευές κ.λπ.) γίνεται με βάση τον πραγματικό όγκο που τοποθετείται με βάση την Μελέτη ή με οδηγίες ή/και σύμφωνη γνώμη της 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 στην Μελέτη, προτείνεται η διάκριση των κατηγοριών θλιπτικής αντοχής (παρ. 1.4.4. της παρούσας) ή των ειδικών απαιτήσεων προδιαγραφής του υλικού (είδη υλικών, τρόπος κατασκευής κ.λπ.) που επιβάλλει η Υπηρεσία. Η διάκριση αυτή αναφέρεται σε απαιτήσεις που καθορίζονται από την Μελέτη ή επιβάλλονται από την Υπηρεσία και όχι από κατασκευαστικούς περιορισμούς ή επιλογές του Αναδόχου

Στην μονάδα μέτρησης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος ανάγονται:

- Το σύνολο των εργασιών, του προσωπικού, των υλικών και του εξοπλισμού που απαιτούνται για την κατασκευή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε οποιαδήποτε θέση της σήραγγας σε κάθε είδος διατομής σήραγγων, σε ευθύγραμμο ή/και καμπύλα τμήματα, σε οριζοντιογραφία ή/και μηκοτομή, στις συνδετήριες σήραγγες, λαμβανομένης υπόψη και της ανωτέρω επιλογής μεταξύ των δύο τρόπων επιμέτρησης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.
- Η προμήθεια, μεταφορά επί τόπου των έργων και αποθήκευση των απαραίτητων αδρανών υλικών, του τσιμέντου, του νερού, των πρόσμικτων και κάθε άλλου υλικού-μικρουλικού, η διάθεση όλου του εργατικού δυναμικού και του μηχανικού εξοπλισμού, μετά των σταλιών του, που είναι απαραίτητα για την παρασκευή, ανάμιξη, μεταφορά, επίστρωση και συντήρηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, καθώς και κάθε άλλη εργασία και εξοπλισμός για τις δοκιμές-ελέγχους-μετρήσεις, αποκατάσταση των αστοχιών, μελέτη σύνθεσης για την πλήρη παραγωγή και εφαρμογή του, όπως ορίζεται στις ΠΕΤΕΠ και τη Μελέτη.

## **6.2. ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ - ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

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

- Επιταχυντικά πρόσμικτα
- Ρευστοποιητές
- Πυριτική παιπάλη
- Ιπτάμενη τέφρα

Στην μονάδα μέτρησης ανάγονται:

- Το σύνολο των εργασιών, του προσωπικού, των υλικών και του εξοπλισμού που απαιτούνται για την ενσωμάτωση των υλικών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Η προμήθεια, μεταφορά επί τόπου των έργων και αποθήκευση των υλικών όπως αυτά προβλέπονται από την Μελέτη Συνθέσεως και τις οδηγίες του Κατασκευαστή.

Για την επιμέτρηση θα λαμβάνεται υπόψη η πραγματικά και βάσει της Μελέτης Συνθέσεως ενσωματούμενη ποσότητα των υλικών αυτών στο κατά την παρ 6.1. επιμετρούμενο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στην περίπτωση που κάποιο πρόσθετο υλικό αντικαθιστά ποσότητα τσιμέντου αυτό θα λαμβάνεται υπόψη σε σχετική επιμέτρηση.

Εναλλακτικά τα πρόσμικτα ανάγονται στη μονάδα μέτρησης του εκτοξευόμενου (παρ. 6.1)

### **6.3. ΙΝΕΣ**

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

Στην μονάδα μέτρησης ανάγονται:

- Το σύνολο των εργασιών, του προσωπικού, των υλικών και του εξοπλισμού που απαιτούνται για την ενσωμάτωση των ινών στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Η προμήθεια, μεταφορά επί τόπου των έργων και αποθήκευση των ινών όπως προβλέπεται από την Μελέτη Συνθέσεως.

Για την επιμέτρηση θα λαμβάνεται υπόψη η πραγματικά και βάσει της μελέτης συνθέσεως ενσωματούμενη ποσότητα των ινών στο κατά την παρ 6.1., επιμετρούμενο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

### **6.4. ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ**

Η επιμέτρηση των οπλισμών του εκτοξευόμενου σκυροδέματος γίνεται με βάση το πραγματικό βάρος του πραγματικώς τοποθετημένου υλικού και με τιμές μονάδος για τοποθέτηση σε υπόγεια έργα:

- Χαλύβδινων ράβδων
- Δομικού πλέγματος

Εναλλακτικά, τα αναφερόμενα στις παρ. 6.1, 6.2, 6.3 και 6.4 ανάγονται στη μονάδα μέτρησης της εκσκαφής σήραγγας (ΠΕΤΕΠ 12.02.01.01).