

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων  
Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων  
Γενική Διεύθυνση Ποιότητας Δημοσίων Έργων  
Διεύθυνση Κεντρικού Εργαστηρίου Δημοσίων Έργων

### **Σχέδιο Προδιαγραφής για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα**

Το σχέδιο αυτό εκπονήθηκε από Επιτροπή που συγκροτήθηκε με την Δ14/28663/οικ/20-01-1999) Απόφαση του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ κ. Χρίστου Βερελή και λειτούργησε στο ΚΕΔΕ στο πλαίσιο του Έτους Ποιότητας.

Μέλη της Επιτροπής είναι:

1. Δημήτριος Σκόδρας, Χημικός Μηχανικός, Πρόεδρος
2. Μανώλης Μιχαηλίδης, Χημικός Μηχανικός
3. Μιλτιάδης Φωτιάδης, Μεταλλειολόγος Μηχανικός
4. Γεώργιος Γκρίντζος, Χημικός Μηχανικός
5. Χαράλαμπος Ζερβογιάννης, Πολιτικός Μηχανικός
6. Σταύρος Θεοδωράκης, Πολιτικός Μηχανικός
7. Ιωάννα Πλέσσα, Μεταλλειολόγος Μηχανικός
8. Ιωάννης Μπακογιάννης, Μεταλλειολόγος Μηχανικός
9. Κωνσταντίνος Σκιαδάς, Πολιτικός Μηχανικός
10. Τσάρου Αριστέα, Τεχνολογικών Εφαρμογών Πολιτικός Υπομηχανικός

Η διατύπωση σχολίων και παρατηρήσεων από τους συναδέλφους Μηχανικούς θα πρέπει να γίνει μέσα σε 3 μήνες από τη δημοσίευσή του από το Ενημερωτικό Δελτίο του ΤΕΕ.

Τα σχόλια και οι παρατηρήσεις θα σταλούν στο ΚΕΔΕ, Πειραιώς 166, 118 54 Αθήνα.

Για περισσότερες πληροφορίες οι συνάδελφοι μπορούν να επικοινωνούν με την κ. Ιωάννα Πλέσσα στο τηλέφωνο 3463.830.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1.- Αντικείμενο

- 1.1 Περιοχή ισχύος και σκοπός
- 1.2 Παραπομπή σε κανονισμούς και πρότυπα

### 2.- Σύμβολα - Μονάδες

### 3.- Ορισμοί

### 4.- Υλικά παρασκευής εκτοξευόμενου σκυροδέματος

- 4.1 Τσιμέντο
- 4.2 Αδρανή
- 4.3 Νερό
- 4.4 Πρόσθετα

### 5.- Σύνθεση εκτοξευόμενου σκυροδέματος

- 5.1 Γενικά
- 5.2 Μελέτη συνθέσεως
  - 5.2.1 Υποχρεώσεις
  - 5.2.2 Απαιτούμενη αντοχή
  - 5.2.3 Στοιχεία μελέτης συνθέσεως
  - 5.2.4 Παρασκευή φατνωμάτων δοκιμίων
  - 5.2.5 Έλεγχος πυρήνων και δοκών

### 6.- Παραγωγή και μεταφορά εκτοξευόμενου σκυροδέματος

### 7.- Προετοιμασία και εκτόξευση σκυροδέματος

- 7.1 Προετοιμασία επιφάνειας
  - 7.1.1. Έδαφος
  - 7.1.2 Βράχος
  - 7.1.3 Σκυρόδεμα
  - 7.1.4 Τοιχοποιία-Λιθοδομές
  - 7.1.5 Χάλυβας
  - 7.1.6. Τύποι
- 7.2 Εκτόξευση σκυροδέματος
- 7.3 Διαμόρφωση τελικής επιφάνειας
  - 7.3.1 Επιφάνεια "όπως εκτοξεύτηκε"
  - 7.3.2 Επιφάνεια από "αστραπιαία επίστρωση"
  - 7.3.3 Επιφάνειες από "επίστρωση αποπεράτωσης"
  - 7.3.4 Επιφάνειες με επεξεργασία

### 8.- Συντήρηση

### 9.- Ειδικές περιπτώσεις σκυροδεμάτων

- 9.1 Έτοιμο σκυρόδεμα
- 9.2 Σκυρόδεμα μειωμένης υδατοπερατότητας
- 9.3 Σκυρόδεμα σε χημικές προσβολές
- 9.4 Σκυρόδεμα σε θαλάσσιο περιβάλλον
- 9.5 Σκυρόδεμα σε χαμηλή θερμοκρασία
- 9.6 Σκυρόδεμα σε υψηλή θερμοκρασία

### 10.- Δειγματοληψίες και έλεγχοι εκτοξευόμενου σκυροδέματος

- 10.1 Απαίτηση αντοχής
- 10.2 Μορφή και διαστάσεις δοκιμίων
- 10.3 Συχνότητα δειγματοληψιών
- 10.4 Κριτήριο συμμορφώσεως
- 10.5 Επανελέγχοι σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
- 10.6 Έλεγχοι στο επί τόπου εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

### 11.- Κατασκευαστικές λεπτομέρειες

- 11.1 Πεδίο ορισμού
- 11.2 Χαρακτηριστικά των οπλισμών
- 11.3 Ελάχιστη επικάλυψη οπλισμού
- 11.4 Αποστάσεις μεταξύ των οπλισμών
- 11.5 Εξαρτήματα ενσωματωμένα στο σκυρόδεμα

## **1. Αντικείμενο**

### **1.1. Περιοχή Ισχύος και Σκοπός**

Η προδιαγραφή αυτή ισχύει για φέροντα δομικά στοιχεία από οπλισμένο ή άοπλο

σκυρόδεμα που κατασκευάζονται από Ε.Σ., αφορά δε το Ε.Σ. τόσο της ξηρής όσο και της υγρής μεθόδου. Καλύπτει τους ορισμούς, τις απαιτήσεις, και τους ελέγχους του Ε.Σ. για επισκευές, νέες κατασκευές και ενίσχυση και αντιστήριξη εδαφών.

Τα υποσυστήματα στα οποία το Ε.Σ. μπορεί να εφαρμοστεί περιλαμβάνουν:\*

- Έδαφος
- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
- Δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα, χάλυβα και τοιχοποιία
- Διάφορα είδη τύπων

Σκοπός της προδιαγραφής αυτής είναι να χρησιμοποιείται σαν ενημερωτική πρότυπη προδιαγραφή, η οποία θα μπορεί να εφαρμοσθεί σε κάθε εργασία εκτοξευομένου σκυροδέματος αναφερόμενη στις προδιαγραφές του έργου.

Σημειώνεται ότι η προδιαγραφή αυτή αναφέρεται στις ελάχιστες γενικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί το Ε.Σ. των έργων. Ο κύριος του έργου μπορεί να προδιαγράψει αυστηρότερες ή άλλες ειδικές απαιτήσεις όταν πρόκειται για Ε.Σ. που προορίζεται για ειδικά έργα - δεν μπορεί όμως να αφαιρέσει απαιτήσεις ή να μειώσει την αυστηρότητα των αναγραφόμενων σ' αυτήν την προδιαγραφή παρά μόνον στις ειδικές περιπτώσεις απλών έργων μετά από κατάλληλη τεκμηρίωση.

Το Ε.Σ. μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σύμφωνα με την εφαρμογή του ως ακολούθως:

- Δομικό
- Υποστήριξης εδαφών και εκσκαφών
- Βραχυχρόνιας υποστήριξης
- Βελτίωσης επιφανειών
- Επισκευών

## 1.2. Παραπομπή σε κανονισμούς και πρότυπα

Η προδιαγραφή αυτή παραπέμπει στα παρακάτω πρότυπα και κανονισμούς. Μέχρι εκδόσεως της ΣΚ 316 ισχύει η ASTM-C-1017-95

ΠΡΟΤΥΠΟ Ή ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ	ΤΙΤΛΟΣ
ΠΔ 244/29.2.80 Κ.Τ.Σ.-97	Περί κανονισμού τοιμέντου για έργα από σκυρόδεμα Κανονισμός τεχνολογίας σκυροδέματος -97
ΣΚ 304	Μέθοδος προσδιορισμού αντοχής σε θλίψη δοκιμίων σκυροδέματος
ΣΚ 307	Αερακτικά πρόσθετα σκυροδέματος
ΣΚ 308	Χημικά πρόσθετα σκυροδέματος
ΣΚ 309	Μέθοδος δοκιμής καθήσεως
ΣΚ 316	Υπερπερρευστοποιητικά πρόσθετα σκυροδέματος
ΕΛΟΤ 345	Νερό αναμίξεως του σκυροδέματος
ΕΛΟΤ 346	Έτοιμο σκυρόδεμα
ΕΛΟΤ 408	Θραυστά αδρανή για συνήθη σκυροδέματα
ASTM C-78	Flexural Strength of concrete (using Simple beam with third-point loading)
ASTM C-617-95	Capping cylindrical concrete specimens
ASTM C-820-95	Specification for steel fibres for fibers-reinforced concrete
ASTM C-995	Time of flow of fiber-reinforced concrete through inverted slump cone
ASTM C-1018-95	Flexural toughness and first-crack strength of fiber-reinforced concrete (using beam with third-point loading)
ASTM C-1141-95	Admixtures for shotcrete
ASTM C1116-95	Fiber-reinforced concrete and Shotcrete

## 2. Σύμβολα

Τα χρησιμοποιούμενα σύμβολα ορίζονται στον παρακάτω πίνακα:  
Πίνακας 2.1

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ
Ε.Σ.	Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
C <sub>s</sub>	Sprayed Concrete
f <sub>a</sub>	Απαιτούμενη αντοχή Ε.Σ. σε θλίψη
f <sub>ck</sub>	Χαρακτηριστική αντοχή σκυρόδεματος σε θλίψη
S	Τυπική απόκλιση των αντοχών ενός αριθμού συμβατικών δοκιμών
x <sub>n</sub>	Μέσος όρος αντοχής n συμβατικών δοκιμών μίας δειγματοληψίας
x <sub>i</sub>	Αντοχή ενός συμβατικού δοκιμίου μίας δειγματοληψίας

### 2.2. Μονάδες

$$1 P_a = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ MP}_a = 1 \text{ N/mm}^2 = 10,2 \text{ Kp/m}^2$$

$$1 \text{ Kp/cm}^2 = 0,098 \text{ MP}_a$$

### 3. Ορισμοί

Για τις ανάγκες αυτής της προδιαγραφής ισχύουν ορισμοί που δίνονται στο άρθρο 2 και άρθρο 3 αντίστοιχα του Κ.Τ.Σ.-97 με τις ακόλουθες τροποποιήσεις και προσθήκες.

Συμβατικό δοκίμιο: για τους ελέγχους συμμορφώσεως της αντοχής σε θλίψη είναι ο πυρήνας διαμέτρου 10cm και λόγο ύψους/διάμετρο=1 που συντηρείται και ελέγχεται σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.4, 5.2.5 και 10.6. Για τις ανάγκες αυτής της προδιαγραφής θεωρείται ότι η αντοχή του συμβατικού δοκιμίου διαμέτρου 10cm και ύψους 10cm πολλαπλασιασμένη με 1,17 έχει αντοχή ίση με την αντοχή του συμβατικού κυβικού δοκιμίου ακμής 15cm.

Μέση αντοχή Ε.Σ σε θλίψη: είναι ο μέσος όρος όλων των συμβατικών δοκιμών που θα μπορούσαν να παρασκευασθούν από μια σημαντικά μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος αν ολόκληρη η ποσότητα μετατρεπόταν σε πρισματικά φατνώματα και από κάθε φατνώμα αποκόπεται ζεύγος πυρήνων.

Παρτίδα: θεωρείται η ποσότητα του Ε.Σ η οποία παρασκευάζεται με τα ίδια υλικά, τις ίδιες αναλογίες τον ίδιο εξοπλισμό και αξιολογείται από τα αποτελέσματα 6 συνεχόμενων δειγματοληψιών.

Κάθε παρτίδα Ε.Σ αξιολογείται αυτοτελώς με τα κριτήρια συμμορφώσεως της παρ. 10.4.

Αναπήδηση-rebound: είναι το ποσοστό του υλικού το οποίο έχοντας διέλθει δια του ακροφυσίου και εκτοξευθεί προς την επιφάνεια του υποστρώματος, δεν προσκολλάται σ'αυτήν και αναπηδά υπο τύπον απώλειας εκτός της θέσης προσβολής.

Η καταπόνηση που υφίσταται το Ε.Σ. κατά την κοπή των πυρήνων οδηγεί σε μείωση της αντοχής του Η ACI 506 παραπέμποντας στην ACI 318 παρ.5.6.θεωρεί ότι η μετρούμενη αντοχή είναι το 0,85της πραγματικής. □ρα η πραγματική είναι το 1,17 της μετρούμενης. Στο συσχετισμό πυρήνων διαμέτρου 10cm με κυβικά δοκίμια 15X15X15 cm αναφέρεται η αιτιολογική έκθεση του Κ.Τ.Σ.-85.

## 4. Υλικά παρασκευής εκτοξευόμενου σκυροδέματος

### 4.1. Τσιμέντο

Το τσιμέντο πρέπει να συμφωνεί με τις απαιτήσεις του Π.Δ. 244/80 "Περί Κανονισμού τσιμέντου για έργα από σκυρόδεμα" (ΦΕΚ 69Α/28-3-80).

Συνιστάται η χρήση τύπου Ι εάν έτσι βοηθείται η ανάπτυξη αντοχών των πρώτων ωρών με τη χρήση επιταχυντών πήξης και σκλήρυνσης.

### 4.2. Αδρανή

Τα αδρανή θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις ΕΛΟΤ-408 όπως τροποποιήθηκαν από τον Κ.Τ.Σ.-97 με τις ακόλουθες προσθήκες:

Το μίγμα των αδρανών πρέπει να βρίσκεται εντός των υποζωνών Δ και Ε των πινάκων των κοκκομετρικών διαβαθμίσεων του Κ.Τ.Σ.-97. Συνιστάται η υποζώνη Ε.

Ο κατασκευαστής/μελετητής μπορεί να προτείνει άλλες κοκκομετρικές διαβαθμίσεις εάν μπορεί να αποδείξει την ικανοποίηση των κριτηρίων και απαιτήσεων του ΕΣ.

Η παιπάλη μπορεί να είναι αυξημένη μέχρι 18% εφ' όσον το ισοδύναμο άμμου είναι πάνω

από 70%.

#### **4.3. Νερό**

Το νερό αναμίξως πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ-345.

#### **4.4. Πρόσθετα**

Για τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή Ε.Σ. ισχύουν όσα αναφέρονται στην παράγραφο 4.5. του Κ.Τ.Σ. 97. Οι επιταχυντές γρήγορης πήξης πρέπει να συμφωνούν με τις απαιτήσεις της προδιαγραφής Α.Σ.Τ.Μ.С1141 (παρ.4.1.1.9 & 4.1.2.9) Λόγω της φύσεως των έργων απαιτείται τόσο ταχεία πήξη του υλικού (Ε.Σ.) όσο και ταχεία ανάπτυξη αντοχών.

Επειδή είναι πιθανή στο μέλλον η χρήση FILLER για την βελτίωση των μιγμάτων του ΕΣ, η μικρή αύξηση του ποσοστού της παιπάλης από 16% σε 18% μπορεί να θεωρηθεί σαν προσθήκη FILLER για να βοηθήσει το μίγμα, όπως μπορούν να βοηθήσουν άλλα υλικά (ιπτάμενη τέφρα, silica fume κλπ). Η πρόταση για την προσθήκη FILLER στο νέο Ευρωπαϊκό κανονισμό ΕΣ είναι : 30% maximum τέφρα, 15% silica fume. Τα ανωτέρω είναι ποσοστά επι της ποσότητας τσιμέντου portland και όχι σε αντικατάστασή του. Σημειωτέον ότι η προτεινόμενη καμπύλη των αδρανών στο Ευρωπαϊκό σχέδιο είναι εκτός και της υποζώνης Ε.

### **5. Σύθεση εκτοξευόμενου σκυροδέματος**

#### **5.1. Γενικά**

Το Ε.Σ. πρέπει να έχει μελετηθεί και να παρασκευάζεται έτσι ώστε:

- να έχει ομοιογένεια,
- να έχει την εργασιμότητα εκείνη που θα επιτρέψει να διαστρωθεί ικανοποιητικά, ενώ ταυτόχρονα θα εξασφαλίζεται πρόσφυση επί της επιφάνειας που γίνεται η εκτόξευση και η ελάχιστη αναπήδηση,
- να έχει την αντοχή, την ανθεκτικότητα και όλες τις άλλες πρόσθετες ιδιότητες οι οποίες προδιαγράφονται για το έργο.

#### **5.2. Μελέτη συνθέσεως**

##### **5.2.1. Υποχρεώσεις**

**5.2.1.1.** Οι αναλογίες των υλικών για την παρασκευή του Ε.Σ. θα καθορίζονται από μελέτη συνθέσεως η οποία θα γίνεται σύμφωνα με την παρ.5.2.3.

Η Μελέτη Συνθέσεως είναι υποχρεωτική για κάθε ποιότητα Ε.Σ., όπως επίσης και για οποιοδήποτε Ε.Σ. ειδικών απαιτήσεων (στεγανό, ανθεκτικό κτλ.).

**5.2.1.2.** Ο κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να φροντίσει για την έγκαιρη διενέργεια της Μελέτης Συνθέσεως. Στην περίπτωση που το Ε.Σ. παρασκευάζεται επί τόπου ή στην περίπτωση που το Ε.Σ. προέρχεται από το εργοστάσιο παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος την ευθύνη της εφαρμογής της Μελέτης Συνθέσεως στο εργοτάξιο ως προς τις προστιθέμενες ποσότητες των υλικών που μπαίνουν επί τόπου έχει ο επιβλέπων μηχανικός. Η αρμόδια υπηρεσία ή ο επιβλέπων μηχανικός θα ασκεί πλήρη έλεγχο σε όλα τα στάδια κατασκευής του έργου (συγκέντρωση των υλικών, έλεγχος των δελτίων ποιότητας των υλικών, εργαστηριακός έλεγχος των υλικών, επίβλεψη στο συγκρότημα παραγωγής, στη λήψη δοκιμών, στη μεταφορά, τη διάστρωση και συντήρηση του σκυροδέματος, στον πιθανό επανέλεγχο της κατασκευής κ.τ.λ.). Η παρακολούθηση αυτή δεν απαλλάσσει τον κατασκευαστή από την ευθύνη της ποιότητας των υλικών και του σκυροδέματος.

**5.2.1.3.** Οι Μελέτες Συνθέσεως Ε.Σ. γίνονται από τα εργαστήρια του ΕΠΕΧΩΔΕ, τα εργαστήρια των Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων και τα Ιδιωτικά Εργαστήρια που εποπτεύονται από το ΕΠΕΧΩΔΕ.

**5.2.1.4.** Η Μελέτη Συνθέσεως κάθε ποιότητας Ε.Σ. πρέπει να γίνεται στην αρχή του έργου και πρέπει να επαναλαμβάνεται:

- όταν αλλάζει η πηγή λήψεως των αδρανών
- όταν τα αδρανή παρουσιάζουν διαφορετική διαβάθμιση από εκείνη που είχαν στη Μελέτη Συνθέσεως με αποκλίσεις που υπερβαίνουν τις 10 εκατοστιαίες μονάδες για τα κόσκινα τα μεγαλύτερα των 4mm 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 πρόσθετα ή ο τύπος ή η κατηγορία τσιμέντου.

- όταν το μίγμα παρουσιάζει τάσεις απομίξεως ή υπερβολική αναπήδηση ή η κάθιση του δεν ικανοποιεί τις απαιτήσεις του έργου - μολονότι τηρούνται οι αναλογίες της Μελέτης Συνθέσεως.

### 5.2.2. Απαιτούμενη αντοχή

5.2.2.1. Ισχύουν οι παρακάτω κατηγορίες Πίνακας 5.2.2.1α

Κατηγορία αντοχής Χαρακτηριστική Αντοχή(MPa) Κύβου (15x15x15cm (fck)	C <sub>s</sub> 20	C <sub>s</sub> 25	C <sub>s</sub> 30	C <sub>s</sub> 35	C <sub>s</sub> 40	C <sub>s</sub> 45	C <sub>s</sub> 50	C <sub>s</sub> 55
	20	25	30	35	40	45	50	55

Αν κριτήριο επιλογής είναι η χαρακτηριστική αντοχή 3 ή 7 ημερών, η τιμή της αντοχής αυτής θα δίνεται από το μελετητή ή από τη σύμβαση του έργου.

Αν υπάρχουν στοιχεία τυπικής αποκλίσεως  $s$ , που έχουν προκύψει από 60 τουλάχιστον διαδοχικά δοκίμια διαφορετικών αναμιγμάτων, που έγιναν με τα ίδια υλικά, τις ίδιες εγκαταστάσεις παραγωγής και για Ε.Σ. του οποίου η χαρακτηριστική αντοχή δεν διαφέρει περισσότερο από 7MPa από εκείνη του υπόψη έργου, τότε η απαιτούμενη αντοχή πρέπει να έχει τουλάχιστον την τιμή που υπολογίζεται από τη σχέση :

$$f_a = f_{ck} + 2,14 s \quad (1)$$

για οποιαδήποτε ηλικία.

Αν η τιμή της τυπικής αποκλίσεως που προαναφέρθηκε έχει προκύψει (με τις προηγούμενες προϋποθέσεις για τη χαρακτηριστική αντοχή) από λιγότερα των 60 δοκιμίων όχι όμως και λιγότερα των 15, τότε η τιμή αυτή, πριν εισαχθεί στη σχέση (1) πρέπει να πολλαπλασιάζεται με τον αντίστοιχο συντελεστή του Πίνακα 5.2.2.1. Αν η τιμή της τυπικής αποκλίσεως (μετά τον πολλαπλασιασμό της με τον αντίστοιχο συντελεστή του Πίνακα 5.2.2.1) είναι μικρότερη από 3 MPa, τότε στη σχέση (1) πρέπει να εισάγεται τιμή  $s = 3$  MPa Πίνακας 5.2.2.1β

Συντελεστής διορθώσεως της τυπικής αποκλίσεως

Αριθμός δοκιμίων	Συντελεστής πολλαπλασιασμού
15	1.27
20	1.18
30	1.09
40	1.05
50	1.02
60 ή περισσότερα	1.00

5.2.2.2. Αν δεν υπάρχουν στοιχεία τυπικής αποκλίσεως ή υπάρχουν, αλλά από λιγότερα των 15 δοκίμια ή ακόμη αν η χαρακτηριστική αντοχή του Ε.Σ. δεν ικανοποιεί την απαίτηση του άρθρου 5.2.2.1, τότε ο υπολογισμός της απαιτούμενης αντοχής από τη σχέση (1), πρέπει να γίνεται με την παραδοχή τυπικής αποκλίσεως

$s = 6$  MPa αν θα χρησιμοποιηθούν θραυστά αδρανή και

$s = 7$  MPa αν θα χρησιμοποιηθούν φυσικά αδρανή.

### 5.2.3. Στοιχεία Μελέτης Συνθέσεως

5.2.3.1. Η Μελέτη Συνθέσεως Ε.Σ. πρέπει να γίνεται με τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο έργο: αδρανή,τσιμέντο, πρόσθετα, νερό και πιθανόν πρόσμικτα και ίνες. Στο εργαστήριο προσδιορίζεται η κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών και οι αναλογίες των υλικών πλην των επιταχυντικών προσθέτων 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 -όπως αυτό προβλέπεται από την παρ. 7.2.12.- που θα

χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή του έργου. Οι αναλογίες των υλικών που θα δίνονται στη Μελέτη Συνθέσεως θα πρέπει να εξασφαλίζουν τα ακόλουθα:

- την εργασιμότητα που απαιτείται και εξαρτάται από
- τον τύπο του μηχανήματος εκτόξευσης ώστε να εξασφαλίζεται συνεχής και αδιάκοπη ροή. Η εργασιμότητα εκφράζεται σε mm κάθισης και θα ελέγχεται σύμφωνα με τη μέθοδο ΣΚ-309.

Σε μίγματα με ίνες μπορεί να προδιαγραφεται και ο χρόνος ροής δια μέσου ανεστραμμένου κώνου κάθισης σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM C995.

- Την ελάχιστη αναπήδηση
- Μέση αντοχή σε θλίψη ίση τουλάχιστον με την απαιτούμενη
- Άλλες απαιτήσεις όπως π.χ. αντοχή σε κάμψη, πλαστιμότητα κτλ.
- Πρόσθετες ιδιότητες που προδιαγράφει ο μελετητής ή η Σύμβαση του έργου (στεγανότητα, υδατοπερατότητα κτλ.).

Το σύστημα εκτόξευσης και κυρίως ο χειριστής του συστήματος έχουν μέγιστη σημασία τόσο για τη διαμόρφωση της στρώσης του Ε.Σ. επί μίας επιφάνειας όσο και για την αντοχή του Ε.Σ. Για αυτό συνίσταται η χρήση του ίδιου τύπου συστήματος εκτόξευσης καθ' όλη τη διάρκεια του έργου αλλά κυρίως ο χειρισμός του συστήματος από το ίδιο έμπειρο ανθρώπινο δυναμικό.

**5.2.3.2.** Εφόσον ζητηθεί στη 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 πρέπει να 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.

**5.2.3.3.** Για κάθε μίγμα, τύπο προσθέτου ή δοσολογία προσθέτου, τύπο ινών ή αναλογία ινών θα παρασκευάζονται τρία φατνώματα διαστάσεων τουλάχιστον 70X70X12 cm. Για τον έλεγχο της αντοχής σε θλίψη, από κάθε δοκίμιο θα αποκόπτονται ζεύγη πυρήνων αντίστοιχα με τις ηλικίες για τις οποίες υπάρχει απαίτηση αντοχής. Ο μέσος όρος αντοχής των 6 πυρήνων αποτελεί την αντοχή της αντίστοιχης σύνθεσης κατά την ηλικία ελέγχου. Για τον υπολογισμό του s (σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην 5.2.2), ο μέσος όρος αντοχής των 6 πυρήνων αποτελεί μια τιμή. Στην περίπτωση που υπάρχει από τη μελέτη του έργου απαίτηση πρώιμων αντοχών για πολύ μικρές ηλικίες (π.χ. αντοχή 8 ωρών), θα πρέπει ο τρόπος ελέγχου αυτών να καθορίζεται από το μελετητή.

**5.2.3.4.** Αν προδιαγράφονται και άλλες ιδιότητες πλην της αντοχής σε θλίψη, θα αποκόπτονται από τα πρισματικά δοκίμια κατάλληλα δείγματα (πυρήνες ή δοκοί), προκειμένου να γίνουν οι αντίστοιχοι έλεγχοι.

**5.2.3.5.** Στην περίπτωση που το σκυρόδεμα προέρχεται από εργοστάσιο παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος η διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.3 θα πρέπει επίσης να τηρηθεί.

#### **5.2.4. Παρασκευή φατνωμάτων δοκιμών**

**5.2.4.1.** Τα φατνώματα θα είναι ορθογωνικής διατομής, χαλύβδινα ή από άλλο άκαμπτο μη υδαταπορροφητικό υλικό (ελάχιστο πάχος τοιχωμάτων : για τα χαλύβδινα 4 mm, από πχ. κόντρα πλακέ 18 mm). Οι ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις της διατομής θα είναι 70X70 cm το δε ύψος θα είναι τουλάχιστον 12 cm. Τα φατνώματα θα τοποθετούνται κατακόρυφα και η εκτόξευση θα γίνεται οριζόντια με τον ίδιο εξοπλισμό, τεχνική, πάχος στρώσης ανά πέρασμα, απόσταση εκτόξευσης, χειριστή μηχανήματος κτλ. όπως γίνεται και η σκυροδέτηση του Ε.Σ. στο έργο. Μετά την εκτόξευση, η ελεύθερη επιφάνεια των φατνωμάτων καλύπτεται με διπλή λινάτσα, που διατηρείται για όσο διάστημα παραμένει το δοκίμιο μέσα στο φατνώμα συνεχώς υγρή με πλαστικό φύλλο που εμποδίζει την εξάτμιση. Το δοκίμιο παραμένει αμετακίνητο μέσα στο φατνώμα για 24 τουλάχιστον ώρες και το πολύ μέχρι 3 ημέρες. Στην διάρκεια των τριών ημερών αποκόπτονται από το δοκίμιο τα απαραίτητα δείγματα, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται για συντήρηση σε ατμόσφαιρα με σχετική υγρασία τουλάχιστον 95 % και θερμοκρασία  $20 \pm 2$  οC ή μεταφέρεται για συντήρηση στις προηγούμενες συνθήκες ολόκληρο το δοκίμιο και η αποκοπή των απαραίτητων δειγμάτων γίνεται στις αντίστοιχες ηλικίες ελέγχου

αυτών. Τα δείγματα πρέπει να λαμβάνονται σε απόσταση τουλάχιστον 125 mm από τις ακμές του δοκιμίου (εκτός από τις περιπτώσεις αποκοπής δοκών για τις δοκιμές της κάμψης / πλαστιμότητας, όπου τα άκρα αυτών των δοκών μπορούν να βρίσκονται μέσα σ' αυτές τις περιοχές).

#### **5.2.5. Έλεγχος πυρήνων και δοκών**

Η αποκοπή των πυρήνων και των δοκών γίνεται σε χρονική στιγμή που το Ε.Σ. έχει αποκτήσει επαρκή αντοχή ή όπως ορίζεται στη σύμβαση του έργου. Οι πυρήνες λαμβάνονται με κατάλληλο μηχάνημα, με ελεγμένη σταθερότητα και ευθυγραμμία στελέχους καθώς και με αδαμαντοκορώνα σε καλή κατάσταση. Η ονομαστική διάμετρος του πυρήνα είναι 10 cm (επιτρεπτή απόκλιση  $\pm 0,5\text{cm}$ ) και μετριέται κοντά στο μέσον του ύψους αυτού επί δύο καθέτων διευθύνσεων με ακρίβεια  $\pm 0.5\text{ mm}$ . Οι βάσεις του πυρήνα πρέπει να καθίστανται πρακτικώς επίπεδοι και κάθετοι προς τη γενέτειρά τους, με κατάλληλη κοπή ή επεξεργασία. Πριν από τη θραύση οι βάσεις επιπεδώνονται με ειδική κονία επιπεδώσεως σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην προδιαγραφή ASTM C 617. Η ανοχή επιπεδότητας των βάσεων του πυρήνα πρέπει να είναι 0.05 mm και η γωνία ανάμεσα στη γενέτειρα και τις βάσεις του πυρήνα πρέπει να είναι  $90\pm 0.5\circ$ . Ως μήκος του δοκιμίου που διαμορφώθηκε με αυτόν τον τρόπο λαμβάνεται ο μέσος όρος των μετρήσεων δύο αντιδιαμετρικών γενετειρών με ακρίβεια  $\pm 1\text{mm}$ . Το μήκος του δοκιμίου πρέπει να είναι ίσο με τη διάμετρό του με επιτρεπτή απόκλιση  $\pm 10\%$  επί της τιμής της ονομαστικής διαμέτρου. Ο έλεγχος της αντοχής σε θλίψη των δοκιμίων που διαμορφώθηκαν με τον προηγούμενο τρόπο γίνεται σύμφωνα με τη ΣΚ-304.

Η αντοχή του προαναφερθέντος δοκιμίου, με ονομαστική διάμετρο 10 cm και λόγο ύψους/διάμετρο = 1, με τις αποκλίσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως πολλαπλασιασμένη με 1,17 (συντελεστής διατάραξης λόγω κοπής), θεωρείται ότι είναι ίση με την αντοχή κυβικού δοκιμίου ακμής 15 cm.

Ο έλεγχος της αντοχής σε κάμψη γίνεται σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM C 78 και στην περίπτωση του Ε.Σ. με ίνες σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM C 1018.

Επειδή συνήθως οι πυρήνες κόβονται σε πρώιμες ηλικίες (ακόμη και σε λίγες ώρες) η πολύ καλή κατάσταση του μηχανήματος κοπής έχει μεγάλη σημασία.

### **6. Παραγωγή και μεταφορά εκτοξευόμενου σκυροδέματος**

**6.1.** Οι δύο ευρύτατα χρησιμοποιούμενες τεχνικές παραγωγής Ε.Σ. είναι η ξηρή και η υγρή μέθοδος.

Ξηρή μέθοδος: είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο και αδρανή αναμιγνύονται επαρκώς και τροφοδοτούνται σε μία ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα υπόκειται σε πίεση και μεταφέρεται πνευματικά, με ρεύμα πεπιεσμένου αέρα, μέσω σωληνώσεων, σε ένα ακροφύσιο όπου προστίθεται το νερό δια ψεκασμού και κατάλληλο επιταχυντικό πρόσμικτο και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει πρόσθετα ή ίνες ή συνδυασμό και των δύο.

Υγρή μέθοδος: είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο, αδρανή και νερό αναμιγνύονται σε κατάλληλο αναμικτήρα και τροφοδοτούνται σε μία ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων είτε πνευματικά είτε συνηθέστερα με άντληση σε ένα ακροφύσιο στο οποίο προστίθεται το επιταχυντικό πρόσμικτο και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει πρόσμικτα, ίνες ή ένα συνδυασμό και των δύο.

□ Άλλες μέθοδοι που βρίσκονται υπό ανάπτυξη ή χρησιμοποιούνται από όχι ιδιαίτερα ευρύ κύκλο, όπως η μέθοδος θαλάμου αεροστροβίλου (βίαιης ανάμιξης), ή μέθοδος κυλιομένου τύπου, η μέθοδος SEC, πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρούσας.

**6.2.** Τα αδρανή υλικά και το τσιμέντο πρέπει να μετριοούνται σε βάρος και το νερό σε βάρος ή όγκο.

**6.3.** Τα στερεά πρόσθετα σε σκόνη πρέπει να μετριοούνται σε μέρη βάρους και τα υγρά πρόσθετα σε μέρη βάρους ή όγκου.

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

- Η ποσότητα του αναμίγματος θα αντιστοιχεί σε ακέραιο αριθμό σάκκων τσιμέντου.
- Τα δοχεία μετρήσεως των κλασμάτων αδρανών θα έχουν σηματοθευτεί σε κατάλληλο ύψος που θα προκύψει, αφού οι ποσότητες κλασμάτων του πρώτου αναμίγματος ζυγιστούν και τοποθετηθούν μέσα στα δοχεία.



- Η βαθμονόμηση και ο έλεγχος των δοχείων μέτρησης των κλασμάτων αδρανών θα γίνεται κάθε φορά που αλλάζει η προέλευση των αδρανών και τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα.
- Καθημερινά θα ελέγχεται η άμμος για αποφυγή συσσωματώσεων, που μπορεί να προκαλέσει ένα σημαντικό λάθος στις εφαρμοζόμενες αναλογίες.

**6.5.** Τα αδρανή θα μετριοούνται με ακρίβεια  $\pm 3\%$  του βάρους τους, το τσιμέντο με ακρίβεια  $\pm 2\%$  του βάρους του, το νερό με ακρίβεια  $\pm 2\%$  και τα πρόσθετα με ακρίβεια  $\pm 3\%$  του βάρους ή του όγκου τους ανάλογα αν είναι σε σκόνη ή σε μορφή υγρού. Η μέθοδος παρασκευής και ανάμιξης που χρησιμοποιείται πρέπει να εξασφαλίζει τη δυνατότητα εύκολου ελέγχου της απαιτούμενης ακρίβειας.

**6.6.** Οι περισσότερες εφαρμογές εκτοξευμένου σκυροδέματος χρησιμοποιούν είτε αναμικτήρες με κινητό εξοπλισμό ανάμιξης επι τόπου του έργου, είτε παραλαμβάνουν το υλικό που έχει προετοιμαστεί σε μια σταθερή εγκατάσταση ετοιμού σκυροδέματος. Ο εξοπλισμός πρέπει να είναι σχεδιασμένος για εκτόξευση σκυροδέματος και να εξασφαλίζει επαρκή ανάμιξη των υλικών (εκτός του νερού στην ξηρή μέθοδο), σε ποσότητες που θα διατηρούν συνεχή ροή του υλικού στο ακροφύσιο και για τις απαιτήσεις κατανάλωσης του έργου.

Στην ξηρή μέθοδο ο αναμικτήρας θα κατανέμει το τσιμέντο και τα τυχόν πρόσθετα ομοιογενώς μέσα στο μίγμα, ώστε να επικαλύπτουν τα αδρανή. Αυτή η απαιτούμενη επικάλυψη των αδρανών εξαρτάται από παράγοντες όπως η επαρκής προδιύγρυσή τους, ο χρόνος ανάμιξης και η διαμόρφωση των εξαρτημάτων ανάμιξης (λεπίδια, φτερά, κοχλίες). Ο χρόνος ανάμιξης για τη επίτευξη ομοιογενούς μίγματος είναι εκείνος που προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή. Η ομοιογένεια του μίγματος θα εξετάζεται με οπτική επισκόπηση για απουσία χρωματικών διαφοροποιήσεων του μίγματος καθώς και εμφανούς διαχωρισμού των υλικών (λωρίδες άμμου).

Όταν είναι δυνατή (επιτρέπεται από άλλους παράγοντες) η προδιύγρυνση, η επάρκειά της θα εκτιμάται με έναν πρόχειρο επιτόπου έλεγχο. Παίρνουμε στο χέρι μια μικρή ποσότητα μίγματος και την συμπιέζουμε ισχυρά. Όταν ανοίγουμε το χέρι και το μίγμα θρυμματίζεται σε διακριτά κομμάτια, έχουμε ένδειξη μικρής ποσότητας διύγρυνσης. Αν το υλικό παραμένει σαν σβώλος ή θραύεται αλλά διατηρεί το σχήμα του η διύγρυνση είναι ικανοποιητική. Αν η υγρασία αποπλένεται στο χέρι τότε η διύγρυνση είναι υπερβολική. Σε κάθε περίπτωση το ξηρό ανάμιγμα με προδιύγρυνση πρέπει να εφαρμόζεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Για την υγρή μέθοδο ο αναμικτήρας πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του παραρτήματος Β του σχεδίου προτύπου ΕΛΟΤ 346 όταν χρησιμοποιείται έτοιμο σκυρόδεμα. Για επι τόπου παρασκευή του υγρού μίγματος ο χρόνος ανάμιξης είναι εκείνος που προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή και μετράται μετά την εισαγωγή όλων των υλικών. Για την εξασφάλιση καλών συνθηκών εκτόξευσης είναι ουσιαστική η ομοιογένεια του μίγματος των παρτίδων και η επιθυμητή κάθιση.

**6.7.** Τα υλικά του Ε.Σ. θα μπαίνουν στον αναμικτήρα με τις αναλογίες που προβλέπονται στην Μελέτη Συνθέσεως ή αυτές που προδιαγράφονται από τον Κύριο του Έργου, αφού οι αναλογίες νερού και άμμου διορθωθούν ανάλογα με τη φυσική υγρασία των αδρανών. Ο έλεγχος της υγρασίας των αδρανών και οι σχετικές διορθώσεις πρέπει να γίνονται πριν από κάθε σκυροδέτηση.

Για την ξηρή μέθοδο η περιεχόμενη φυσική υγρασία των αδρανών πρέπει να διατηρείται εύλογα σταθερή χωρίς να υπερβαίνει το 5%.

**6.8.** Τα πρόσθετα πρέπει να μπαίνουν σε ένα στάδιο της διαδικασίας παραγωγής κατάλληλο για τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό. Ειδικότερα η προσθήκη ινών θα πρέπει να καθορίζεται με επι τόπου δοκιμές. Οι ίνες θα πρέπει να προστίθενται με τρόπο τέτοιο ώστε να αποφεύγονται συσσωματώματα, δημιουργία σβώλων ή κάμψη των ινών και να εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή τους στη μάζα του Ε.Σ. Κάθε συσσωμάτωμα ή σβόλος ινών θα διαχωρίζεται ή θα απομακρύνεται από το ανάμιγμα, με κατάλληλα προσαρμοσμένη διάταξη στον εξοπλισμό ανάμιξης. Η διάταξη προσθήκης ινών θα μπορεί να ρυθμίζει το ρυθμό εισαγωγής τους ώστε να μην δημιουργούνται τα ανωτέρω συσσωματώματα ή σβώλοι.

Η εισαγωγή των πρόσθετων θα γίνεται με κατάλληλο εξοπλισμό ο οποίος θα είναι σε θέση να ελέγχει το ρυθμό και την ποσότητά τους σε επίπεδα αποδεκτής ακρίβειας.

**6.9.** Η εκτόξευση του σκυροδέματος που εφαρμόζεται με την υγρή μέθοδο, πρέπει να ολοκληρώνεται εντός ενενήντα λεπτών από την αρχική ανάμιξη των υλικών. Σε άλλη περίπτωση το μίγμα ή το υπόλειμμα του πρέπει να απορρίπτεται. Ο χρόνος αυτός μπορεί να επεκταθεί με χρήση κατάλληλων επιβραδυντικών πρόσθετων, μέχρι εκατόν δέκα (110) λεπτά

ή ακόμη περισσότερο με πρόσθετα ελέγχου ενυδάτωσης μετά την εκτέλεση σχετικών δοκιμών και την έγκριση και αποδοχή από τον επιβλέποντα μηχανικό ή έπηρεσία.

**6.10.** Η εκτόξευση του σκυροδέματος που εφαρμόζεται με την ξηρή μέθοδο, πρέπει να ολοκληρώνεται εντός ενενήντα (90) λεπτών από την αρχική ανάμιξη των υλικών. Σε άλλη περίπτωση το μίγμα ή το υπόλειμμά του πρέπει να απορρίπτεται. Ο χρόνος αυτός μπορεί να επεκταθεί με χρήση πρόσθετου ελέγχου ενυδάτωσης, μετά την εκτέλεση σχετικών δοκιμών και την έγκριση και αποδοχή από τον επιβλέποντα μηχανικό ή έπηρεσία. Αυτός ο χρονικός περιορισμός δεν περιλαμβάνει τα συσκευασμένα αναμιγμένα υλικά εκτός και αν υφίσταται διύγρυνση.

**6.11.** Το μίγμα για την παραγωγή Ε.Σ. με την ξηρή μέθοδο, μπορεί να μεταφέρεται με αυτοκίνητο αναμικτήρα ή με κιβώτια που δεν επιτρέπουν απόμιξη και διαχωρισμό ή με ειδικούς σάκκους. Σε κάθε περίπτωση το ξηρό μίγμα θα πρέπει να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες ή την πρόσμιξη ξένων σωμάτων και δεν πρέπει να χάνει την ομοιογένειά του.

**6.12.** Το μίγμα για την παραγωγή Ε.Σ. με την υγρή μέθοδο, μπορεί να μεταφέρεται με αυτοκίνητο αναδευτήρα, αντλίες σκυροδέματος ή συνδυασμό τους. Αν η μεταφορά γίνεται με αυτοκίνητο ή αυτοκίνητο αναδευτήρα, ισχύουν όσα αναφέρονται στην παρ. 2 του Σχεδίου Προτύπων ΕΛΟΤ 346 για το "έτοιμο σκυροδέμα". Σε κάθε περίπτωση το μίγμα θα προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες ή την πρόσμιξη ξένων σωμάτων και δεν πρέπει να χάνει την ομοιογένειά του.

**6.13.** Η μεταφορά του μίγματος προς το ακροφύσιο γίνεται μέσω σωληνώσεων, με δύο κυρίως εφαρμοζόμενες μεθόδους:

- Μεταφορά πυκνής ροής: Αναφέρεται στην υγρή μέθοδο και υποδηλώνει τη μεταφορά του υγρού μίγματος προς το ακροφύσιο, χωρίς διασπορά του μέσα στο σωλήνα, με χρήση αντλιών σκυροδέματος. Ο απαιτούμενος για την εκτόξευση αέρας προστίθεται στο ακροφύσιο. Ο εξοπλισμός θα εξασφαλίζει συνεχή και σταθερή ροή του υλικού στο ακροφύσιο, χωρίς εμφάνιση διαχωρισμού και απόμιξης του μίγματος.
- Μεταφορά αραιού στρώματος ροής: Αναφέρεται κυρίως στην ξηρή μέθοδο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά και στην υγρή. Η μεταφορά των υλικών προς το ακροφύσιο μέσω των σωληνώσεων γίνεται με ένα συνεχές ρεύμα υψηλής πίεσης αέρα, όπου τα υλικά αιωρούνται στη μάζα του αέρα.

## **7. Προετοιμασία και εκτόξευση σκυροδέματος**

### **7.1. Προετοιμασία επιφάνειας**

Η επιφάνεια πάνω στην οποία θα εφαρμοστεί το Ε.Σ. διακρίνεται από τον τύπο και τα χαρακτηριστικά της διαμορφούμενης επιφάνειας του υποστρώματος. Η επιφάνεια αυτή πρέπει να προετοιμάζεται κατάλληλα και επί πλέον να προστατεύεται ικανοποιητικά κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Γενικά η επιφάνεια πρέπει να διαμορφώνεται με υλικά που θα είναι στερεά, αρκετά πυκνής δομής και να μη δονούνται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης.

#### **7.1.1. Έδαφος**

Πριν την εκτόξευση το έδαφος συμπυκνώνεται (όπου και όπως αυτό προβλέπεται από τη μελέτη) και ελέγχονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής σε σχέση με τα προβλεπόμενα στη μελέτη. Οι επιφάνειες δεν πρέπει να είναι παγωμένες ή με σπογγώδη εμφάνιση. Για την αποφυγή υπερβολικής απορρόφησης νερού του σκυροδέματος από το έδαφος, αυτό είτε πρέπει να βρέχεται, αν τούτο είναι δυνατόν, είτε να εγκαθίστανται συστήματα παρεμπόδισης διαφυγής της υγρασίας. Όταν παρουσιάζεται διαρροή ή διήθηση νερού από την επιφάνεια, αυτή πρέπει να στεγανοποιείται με κατάλληλο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται καλή πρόσφυση και να αποφεύγεται απόπλυση του σκυροδέματος.

#### **7.1.2. Βράχος**

Πριν την εκτόξευση του σκυροδέματος η διατομή ελέγχεται και διορθώνεται, αν απαιτείται, στις προβλεπόμενες από τη μελέτη διαστάσεις. Η επιφάνεια θα καθαρίζεται με πεπιεσμένο αέρα ή εφ' όσον το επιτρέπουν οι συνθήκες του πετρώματος με αέρα και νερό, ώστε να απομακρύνεται κάθε χαλαρό στοιχείο (τεμάχια βράχου, υλικά αναπήδησης κ.λ.π.), λάσπη, σκόνη και κάθε επιβλαβές και ξένο υλικό, που μπορεί να εμποδίσει την επαρκή πρόσφυση του Ε.Σ. στην επιφάνεια του βράχου. Ο καθαρισμός θα αρχίζει από τα ανώτερα σημεία των διατομών και θα προχωρά προσεκτικά προς τα κατώτερα. Αργιλικά υλικά σε διακλάσεις ή ρήγματα θα αφαιρούνται μέχρι βάθους που θα καθορίζει ο επιβλέπων μηχανικός ή έπηρεσία. Η επιφάνεια του βράχου πρέπει να είναι υγρή αλλά χωρίς παρουσία ελεύθερης ροής νερού πριν την εκτόξευση του σκυροδέματος. Όπου παρουσιάζονται διαρροές νερού από την

επιφάνεια του βράχου, αυτές πρέπει να ελεγχθούν, ώστε να εμποδιστεί η αρνητική επίδραση στο νωπό Ε.Σ.. Οι διαρροές του νερού που μπορούν να προκαλέσουν απόπλυση ή αποσύνθεση του σκυροδέματος ή να εμποδίσουν την πρόσφυση του στην επιφάνεια, είτε θα εκτρέπονται σύμφωνα με τις προβλέψεις της μελέτης ή όπως αλλιώς προτείνεται από τον κατασκευαστή και εγκρίνεται από τον επιβλέποντα μηχανικό ή έτηρεσία, χρησιμοποιώντας σωλήνες, συλλεκτήρες, αποστραγγιστικά κανάλια ή άλλα κατάλληλα εγκεκριμένα μέσα είτε θα αποφράσσονται και θα απομονώνονται με τη χρήση μιας κατάλληλης υδραυλικής κονίας ή με εφαρμογή τσιμεντενέσεων. Τα μέτρα ελέγχου των διαρροών νερού θα πρέπει να παραμείνουν λειτουργικά και ενεργά τουλάχιστον για εικοσιοκτώ (28) ημέρες, ώστε το Ε.Σ. να μην επηρεαστεί από τη δράση του νερού, λόγω διήθησης, υδροστατικής πίεσης ή διάβρωσης. Πριν την εφαρμογή του Ε.Σ. ο βράχος θα χαρτογραφείται (εφ' όσον αυτό προβλέπεται από τη μελέτη ή απαιτείται από τον επιβλέποντα μηχανικό ή έτηρεσία) και η κατάσταση θα καταγράφεται κατά τις διαδικασίες που καθορίζει κάθε φορά η μελέτη ή ο επιβλέπων μηχανικός ή έτηρεσία. Στις περιπτώσεις απαίτησης άμεσης εκτόξευσης για υποστήριξη, η επεξεργασία της επιφάνειας θα περιορίζεται στο ξεσκάρωμα των ασταθών τεμαχίων και θα εκτελείται όσο το δυνατόν γρηγορότερα μετά την εκσκαφή. Σε φτωχούς γεωλογικούς σχηματισμούς (π.χ. χαρακτηριζόμενους από έλλειψη συνοχής, ρέοντα εδάφη, κατακερματισμένους βράχους) μπορεί να είναι απαραίτητο να εξεταστεί μια ειδική σύνθεση του Ε.Σ. για την πρώτη στρώση, προς επίτευξη καλύτερης πρόσφυσης στην επιφάνεια του σχηματισμού.

### **7.1.3. Σκυρόδεμα**

Η επιφάνεια του σκυροδέματος πάνω στην οποία θα γίνει η εκτόξευση πρέπει να είναι εντελώς καθαρή. Οι διαδικασίες προετοιμασίας θα εξασφαλίσουν ένα στερεό υπόβαθρο, το οποίο θα έχει την ικανότητα να αναπτύξει επαρκή πρόσφυση και σύνδεση με το εκτεξευόμενο σκυρόδεμα. Όπου υπάρχει θραυσμένο ή σε μεγάλη έκταση ρηγματωμένο ή γενικά πτωχής ποιότητας και σαθρό σκυρόδεμα, αυτό θα απομακρύνεται εντελώς. Επίσης θα απομακρύνεται όποιο τμήμα σκυροδέματος έχει προσβληθεί με επιβλαβείς χημικές ουσίες, λάδια, γράσσα. Θα απομακρύνονται οι τυχόν υπάρχουσες προεξοχές, ώστε να αποφεύγονται απότομες διαφοροποιήσεις του πάχους του Ε.Σ.. Τα άκρα της προετοιμαζόμενης επιφάνειας θα κόπτονται προσεκτικά ώστε να περιορίζεται η έκταση των ζημιών από τις επιδράσεις της προετοιμασίας. Οι τεχνικές και μέθοδοι που συχνότερα χρησιμοποιούνται είναι υδροβολή, αμμοβολή και κόψιμο. Εάν πρόκειται να εκτοξευτεί σκυρόδεμα σε μια λεία επιφάνεια σκυροδέματος, τότε η επιφάνεια αυτή πρέπει να τραχυνθεί με υδροβολή ή αμμοβολή. Η επιτυχία και αποτελεσματικότητα της επέμβασης εξαρτώνται από παράγοντες όπως το μέγεθος και η φύση των κόκκων της άμμου, η εφαρμοζόμενη πίεση και ο χρόνος εφαρμογής. Απαγορεύεται η απόληψη τραχειάς επιφάνειας με χρήση "βίαιων" μηχανικών μεθόδων όπως πελέκημα, σκαπιτσάρισμα κ.λ.π., καθώς με αυτές αναπτύσσονται "μικρορηγματώσεις" ακριβώς κάτω από την προετοιμαζόμενη επιφάνεια, οι οποίες προκαλούν μείωση της ενεργού προσφερόμενης για συνάφεια περιοχής, συγκέντρωση τάσεων στην κορυφή αυτών που επιταχύνουν την εκδήλωση ατελειών και ελαττωμάτων στην επιφάνεια οδηγώντας τελικά στη μείωση της αντοχής συνάφειας. Η προετοιμασία θεωρείται επιτυχής όταν οι ενσωματωμένοι κόκκοι των αδρανών αποκαλύπτονται ικανοποιητικά. Μετά την προετοιμασία της επιφάνειας, κατά τα ανωτέρω, το εντεταλμένο από τη σύμβαση όργανο θα επιθεωρεί και θα επιβεβαιώνει ότι σε όλες τις επιφάνειες παραμένει υγιές, καθαρό και στερεό σκυρόδεμα. Η επιθεώρηση θα περιλαμβάνει οπιοσδήποτε κατ' ελάχιστο οπτικό έλεγχο και χτύπημα της επιφάνειας με μεταλλικό σφυρί. Η επιθεώρηση αυτή θα επαναλαμβάνεται πριν την εκτόξευση αν μεταξύ αυτής και του τέλους της προετοιμασίας μεσολαβεί χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των τριών (3) ημερών ή αν για οποιοδήποτε λόγο διαφοροποιήθηκαν οι συνθήκες της επιφάνειας. Οι ανωτέρω επιθεωρήσεις και εργασίες δεν υποκαθιστούν τις απαραίτητες και αναγκαίες διαδικασίες εκτίμησης της κατάστασης του σκυροδέματος από επιδράσεις χημικών ή μηχανικών παραγόντων ή πυρκαϊάς. Η εκτίμηση της κατάστασης του σκυροδέματος σε εργασίες επιδιόρθωσης, επισκευής ή ενίσχυσης κατασκευών θα πρέπει να δίνει σε επίπεδο μελετητικών προβλέψεων, την ανάγκη και την έκταση της άρσης των βλαβέντων ή προσβληθέντων τμημάτων του σκυροδέματος και τη δυνατότητα επαναφοράς του σκυροδέματος σε επιθυμητή κατάσταση (π.χ. απομάκρυνση χλωριόντων ή επανακαλοποίηση). Όπου το τελευταίο δεν είναι δυνατό, θα δίνεται πρόβλεψη της έκτασης απομάκρυνσης του προσβληθέντος σκυροδέματος. Χημική προετοιμασία της επιφάνειας επιτρέπεται μόνο όταν η επιφάνεια του υποστρώματος είναι δομικώς στερεή, τα δε υλικά, αυστηρά μη χλωριούχου τύπου και θα εφαρμόζεται μόνο μετά από την έγκριση του επιβλέποντος μηχανικού ή έτηρεσίας.

Πριν την εκτόξευση του σκυροδέματος η επιφάνεια θα καθαρίζεται με καθαρό πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως το υφιστάμενο σκυρόδεμα θα υγραίνεται μέχρι κορεσμού. Αν υπάρχει στην επιφάνεια διαρροή νερού αυτή θα ελέγχεται και θα απομακρύνεται για χρονικό διάστημα τουλάχιστον εικοσιοκτώ (28) ημερών από την εκτόξευση. Στην περίπτωση εκτόξευσης σκυροδέματος πάνω σε στρώση από νεαρής ηλικίας Ε.Σ. (ήτοι ηλικίας εβδομηνταδύο (72) ωρών από την αρχική πήξη) η προετοιμασία θα περιορίζεται στην απομάκρυνση επιφανειακών ενχύσεων τσιμέντου, υλικών αναπήδησης και άλλων χαλαρών υλικών. Η αρχική πήξη θα ελέγχεται με την εισαγωγή ενός καρφιού μέσα στη στρώση του νωπού Ε.Σ..

#### **7.1.4. Τοιχοποιία-Λιθοδομές**

Για τις περιπτώσεις τοιχοποιίας-λιθοδομής θα ακολουθηθούν οι ανωτέρω περιγραφόμενες διαδικασίες για επιφάνειες από σκυρόδεμα. Η επιφάνεια της τοιχοποιίας πάνω στην οποία θα γίνει η εκτόξευση πρέπει να είναι εντελώς καθαρή. Οι διαδικασίες προετοιμασίας θα εξασφαλίζουν ένα στερεό υπόβαθρο, το οποίο θα έχει την ικανότητα να αναπτύξει επαρκή πρόσφυση και σύνδεση με το Ε.Σ..

Όπου υπάρχει θραυσμένη ή σε μεγάλη έκταση ρηγματωμένη τοιχοποιία θα αποκαθίσταται κατάλληλα πριν την εφαρμογή του Ε.Σ.. Θα απομακρύνονται οι τυχόν υπάρχουσες προεξοχές, ώστε να αποφεύγονται απότομες διαφοροποιήσεις του πάχους του Ε.Σ.. Οι αρμοί της τοιχοποιίας θα διευρύνονται και θα καθαρίζονται προσεκτικά όπου αυτό είναι πρακτικά δυνατό.

Εάν πρόκειται να εκτοξευτεί σκυρόδεμα σε μία λεία επιφάνεια τοιχοποιίας, τότε η επιφάνεια αυτή πρέπει να τραχυνθεί με υδροβολή ή αμμοβολή. Η προετοιμασία της επιφάνειας προσβολής θεωρείται επιτυχής όταν τα λιθοσώματα αποκαλύπτονται και προβάλλουν ικανοποιητικά.

Η επιτυχία και αποτελεσματικότητα της επέμβασης εξαρτώνται από παράγοντες όπως το μέγεθος και η φύση των κόκκων της άμμου, η εφαρμοζόμενη πίεση και ο χρόνος εφαρμογής. Μετά την προετοιμασία της επιφάνειας, κατά τα ανωτέρω, το εντεταλμένο από τη σύμβαση όργανο θα επιθεωρεί και θα επιβεβαιώνει ότι σε όλες τις επιφάνειες παραμένει υγιής, καθαρή και στέρεα τοιχοποιία. Η επιθεώρηση θα περιλαμβάνει οπωσδήποτε κατ'ελάχιστο οπτικό έλεγχο. Η επιθεώρηση αυτή θα επαναλαμβάνεται πριν την εκτόξευση αν μεταξύ αυτής και του τέλους της προετοιμασίας μεσολαβεί χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των τριών (3) ημερών ή αν για οποιοδήποτε λόγο διαφοροποιήθηκαν οι συνθήκες της επιφάνειας. Πριν την εκτόξευση του σκυροδέματος η επιφάνεια θα φυσάται με καθαρό πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως η τοιχοποιία θα υγραίνεται μέχρι κορεσμού. Αν υπάρχει στην επιφάνεια διαρροή νερού αυτή θα ελέγχεται και θα απομακρύνεται για χρονικό διάστημα τουλάχιστον εικοσιοκτώ (28) ημερών από την εκτόξευση.

#### **7.1.5. Χάλυβας**

Η επιφάνεια του χάλυβα πρέπει να είναι απαλλαγμένη από κάθε επιβλαβές υλικό (όπως ρινίσματα, σκουριά, λάδια, γράσσο, πάγο, υλικό αναπήδησης, χρώμα) που μπορεί να εμποδίσει την ανάπτυξη της συνάφειας μεταξύ Ε.Σ. και χάλυβα. Το υλικό της αναπήδησης από γειτονικές περιοχές πρέπει να απομακρύνεται όσο είναι ακόμη νωπό και μαλακό με βούρτσα ή υδροβολή με φροντίδα να μην επηρεαστεί το σχετικά νεαρό υφιστάμενο σκυρόδεμα. Οι σπλισμοί θα στερεώνονται με ασφάλεια και άκαμπτα ο ένας με τον άλλον και με τα υλικά στερεώσεως για την αποφυγή δονήσεώς τους κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης, που μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση της στρώσης του νωπού σκυροδέματος. Η υδροβολή είναι η τυπική συνιστώμενη μέθοδος απομάκρυνσης των επιβλαβών ουσιών και υλικών από επιφάνεια χάλυβα.

#### **7.1.6. Τύποι**

Οι τύποι είναι η μόνη κατηγορία επιφανειών υποβάθρου η οποία κατά κανόνα δεν απαιτεί την ανάπτυξη αντοχής συνάφειας με το Ε.Σ.. Πριν την εκτόξευση θα απομακρύνονται από τους τύπους όλα τα ξένα σώματα (σκληρυμένο σκυρόδεμα, ξύλα, χαρτιά, πολυστερίνη κ.λ.π.). Αν ο τύπος είναι υδατοαπορροφητικός τότε είτε θα διαβρέχεται μέχρι κορεσμού, είτε θα χρησιμοποιείται ένα υλικό που θα δημιουργεί φράγμα στην απώλεια νερού προς τον Τύπο. Εφ' όσον χρησιμοποιείται υλικό αποκόλλησης, αυτό δεν επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε επιφάνειες Ε.Σ. πάνω στις οποίες θα εκτοξευθεί επόμενη στρώση, επειδή επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη συνάφειας μεταξύ των στρώσεων. Εάν παρατηρηθεί εμφάνιση τέτοιου υλικού στην επιφάνεια πρέπει να εξασφαλίζεται και να επιβεβαιώνεται η απομάκρυνσή του. Επειδή η δράση της εκτόξευσης τείνει να μετακινεί τα συμβατικά αποκολλητικά υλικά (τύπου γαλακτώματος ή λαδιού) ωθώντας αυτά είτε κατά την επιφάνεια εκτόξευσης, είτε εντός της κυτταρικής κυψελοειδούς δομής του απορροφητικού τύπου, για το Ε.Σ. συστήνεται η χρήση χημικών αποκολλητικών υλικών ή κάλυψη του τύπου με πολυαιθινικά φύλλα πριν την έναρξη

της εκτόξευσης. Το υλικό αποκόλλησης δεν θα αφήνει λεκέδες ιδίως για τελικά εμφανείς επιφάνειες.

Οι τύποι μπορεί να αποτελούνται από οποιαδήποτε άκαμπτα στερεωμένα υλικά, όπως ξύλο, σίδηρος, μεταλλικό πλέγμα με οπίσθια κάλυψη κ.λ.π. Είναι ουσιαστικό να εξασφαλίζεται άκαμπτη στερέωση του τύπου ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε δόνηση κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του τύπου θα προβλέπουν τη δυνατότητα διαφυγής του αέρα και την απομάκρυνση του υλικού της αναπήδησης.

## **7.2. Εκτόξευση σκυροδέματος**

**7.2.1.** Στόχος της διαδικασίας σκυροδέτησης είναι η παραγωγή και απόληψη μιας στρώσης σκυροδέματος με συμπαγή και πυκνή δομή, επαρκώς επικολημένη στην επιφάνεια του υποβάθρου, (όπου αυτό υπάρχει), με την οικονομικότερη εκμετάλλευση των υλικών ελαχιστοποιώντας τις κάθε είδους απώλειες. Η ποιότητα του επί τόπου απολαμβανόμενου σκυροδέματος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τον χειριστή του ακροφυσίου, τον έλεγχο του νερού και του επιταχυντικού προσθέτου του μίγματος, την πίεση του αέρα, την ταχύτητα εξόδου των υλικών από το ακροφύσιο και τις τεχνικές χρήσεως του ακροφυσίου.

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

**7.2.3.** Η ταχύτητα με την οποία το υλικό εξέρχεται από το ακροφύσιο και η απόστασή του από την επιφάνεια εκτοξεύσεως θα πρέπει να είναι οι βέλτιστες, ώστε η συμπύκνωση της εκτοξευόμενης στρώσης και η πρόσφυση στην επιφάνεια του υποβάθρου να μεγιστοποιούνται και η αναπήδηση να ελαχιστοποιείται. Η μέγιστη απόσταση του ακροφυσίου από την προσβαλλόμενη επιφάνεια δεν θα υπερβαίνει ποτέ το 1,5 μέτρα για την υγρή μέθοδο και τα 2 μέτρα για την ξηρή.

**7.2.4.** Σαν γενικός κανόνας που πρέπει να τηρείται, θεωρείται ότι η κατεύθυνση του ακροφυσίου και της εκτόξευσης θα είναι περίπου κάθετη προς την εκτοξευόμενη επιφάνεια. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόκλιση από την ορθή γωνία τόσο μεγαλύτερη είναι η αναπήδηση, μικρότερη η επιτυγχανόμενη συμπύκνωση και ανομοιόμορφες οι τελικά απολαμβανόμενες επιφάνειες. Κάθε στρώση θα δομείται με κατεύθυνση από τα κατώτερα τμήματα προς τα ανώτερα και ο χειριστής θα συμπληρώνει το συνολικό πάχος της στρώσης με επάλληλες κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου σε διαδοχικά "περάσματα". Σε κάθε πέρασμα ή ανά στρώση δεν πρέπει να τοποθετείται περισσότερο υλικό από αυτό που μπορεί να προσκολληθεί με ασφάλεια χωρίς να παρουσιάζεται παραμόρφωση λόγω ολίσθησής του ή χαλάρωση της στρώσης. Ο χειριστής θα πρέπει να έχει πάντα τον έλεγχο του εφαρμόσιμου πάχους του υλικού και να μην υπερβαίνει αυτά τα όρια.

**7.2.5.** Όταν η εκτόξευση γίνεται σε επιφάνειες που έχει διαστρωθεί πλέγμα, θα μειώνεται η απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια και θα δίνεται ελαφρά κλίση, ώστε το σκυροδέμα να περνά και να συγκρατείται πίσω από τις ράβδους του πλέγματος.

Στην περίπτωση ύπαρξης οπλισμών μεγάλης διαμέτρου ή και συγκεντρωμένου οπλισμού, το ακροφύσιο πρέπει να υποβοηθείται στην εκτόξευση του σκυροδέματος πίσω από τις ράβδους, είτε τοποθετούμενο σε ασυνήθιστα αποκλίνουσες γωνίες από την ορθή, είτε σε πολύ μικρότερες αποστάσεις από τις συνήθεις. Στις περιπτώσεις αυτές δεν συνιστάται η εφαρμογή της ξηράς μεθόδου, λόγω σημαντικά μεγαλύτερης αναπήδησης, η δε μελέτη συνθέσεως θα στοχεύει στην ελαχιστοποίησή της. Στην περίπτωση ύπαρξης οπλισμού σε μεγάλο πάχος διατομής θα υπάρχει πάντα πρόβλεψη απομάκρυνσης του υλικού της αναπήδησης, που πιθανόν να συσσωρεύεται πίσω από τον οπλισμό. Για το λόγο αυτό στον εξοπλισμό θα περιλαμβάνεται διάταξη πεπιεσμένου αέρα η οποία θα επιτρέπει στο χειριστή της να ακολουθεί το χειριστή του ακροφυσίου και να απομακρύνει αμέσως κάθε συσσωρευμένο υλικό αναπήδησης. Όταν το σκυροδέμα εκτοξεύεται προς τον οπλισμό το μπροστινό μέτωπο της ράβδου θα πρέπει να παραμένει καθαρό χωρίς προσκόλληση σκυροδέματος το δε εκτοξευόμενο υλικό πρέπει να ρέει γύρω και πίσω από τις ράβδους, δημιουργώντας έτσι ένα συμπυκνωμένο σκυροδέμα πίσω από αυτές. Η εκτόξευση θα αρχίζει στις γωνίες ή στα άκρα των διατομών ή γενικά σε περιοχές επιρρεπείς στην παγίδευση υλικού αναπήδησης και το μέτωπο εργασίας θα απομακρύνεται πάντα με κατά μήκος κλίση από αυτές τις περιοχές. Όταν εφαρμόζεται απλή στρώση μεγάλου πάχους (πάνω από 150 mm) θα εφαρμόζεται τεχνική εκτόξευσης τύπου "βαθμίδα" κατά την οποία η στρώση δομείται με μία γωνία κορυφής περίπου 45ο η οποία επιτρέπει στο υλικό της αναπήδησης να κυλάει προς τα

έξω.

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

**7.2.7.** Μεγάλες κοιλότητες, σπηλαιώσεις ή ρήγματα της επιφάνειας εκτόξευσης πρέπει να γεμίζουν προσεκτικά με Ε.Σ. πριν την εφαρμογή της κύριας στρώσης. Τονίζεται ότι κάτι τέτοιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε εργασίες υποστήριξης υπογείων έργων.

**7.2.8.** Δύο ή τρεις εβδομάδες μετά τη σκυροδέτηση της στρώσης ή πριν την κάλυψή της με επόμενη στρώση, θα ελέγχεται η επιφάνεια με οπτική επιθεώρηση και ακουστική επισκόπηση χτυπώντας την με μεταλλικό σφυρί για κενά, σπηλαιώσεις, φωλιές άμμου, χαλαρώσεις. Όλα αυτά τα ελαττώματα καθώς και περιοχές που το σκυρόδεμα παρουσιάζει διαχωρισμό ή σαθρή δομή, θα κόβονται, θα απομακρύνονται και η περιοχή θα επανασκυροδετείται με εκτόξευση.

Η επανασκυροδετούμενη περιοχή δεν θα είναι μικρότερη από 400X400 mm.

**7.2.9.** Η χρήση τύπων ή άκαμπτων οδηγών για τον έλεγχο των ευθυγραμμιών πρέπει γενικά να αποφεύγεται, για ελαχιστοποίηση των εμποδίων και περιορισμών στην τροχιά εκτοξεύσεως του ακροφυσίου και την αποφυγή παγίδευσης αέρα ή υλικού αναπήδησης. Για τον έλεγχο των ευθυγραμμιών θα χρησιμοποιούνται οδηγοί από σύρματα εδάφους, τα οποία δεν επηρεάζουν τη λειτουργία του ακροφυσίου. Τα σύρματα εδάφους αποτελούνται από σύρματα υψηλής εφελκυστικής αντοχής διαμέτρου 0,8 ή 1 mm, τα οποία τεντώνονται σφιχτά στις γωνίες, στις προβολές των διατομών και σε διαστήματα συνήθως 0,6 έως 1 m σε επίπεδες επιφάνειες. Για την αποφυγή υπερβολικών δονήσεων κατά την εκτόξευση και την επεξεργασία της επιφάνειας τα σύρματα πρέπει να τοποθετούνται με ακρίβεια και να τεντώνονται σφιχτά. Ο τρόπος στερεώσεως θα δοκιμάζεται και κατά περίπτωση, ανάλογα με την εμπειρία του προσωπικού, μπορεί να απαιτηθεί η χρήση σφιγκτήρων, ελατηρίων ή άλλων κατάλληλων διατάξεων.

Για τον έλεγχο καμπύλων επιφανειών θα χρησιμοποιούνται χαλύβδινες ράβδοι διαμέτρου 6mm οι οποίες θα κάμπτονται στην απαιτούμενη καμπυλότητα και θα στερεώνονται κατάλληλα. Όπου είναι απαραίτητο και δυνατόν να χρησιμοποιηθούν άκαμπτοι οδηγοί αυτοί θα είναι λωρίδες από ξύλινα πηγάκια μεγίστων διαστάσεων 25X50 mm που συνδέονται με τραβέρσες ανά 0,6 έως 1 m. Οι οδηγοί αυτού του είδους συνιστώνται στις νέες κατασκευές καθώς και σε εφαρμογές επισκευών.

**7.2.10.** Όπου από τη μελέτη προδιαγράφεται ένα ελάχιστο πάχος της στρώσης του Ε.Σ., αυτό πρέπει να ελέγχεται ώστε να επιβεβαιωθεί ότι μπορεί να ανταποκριθεί στο σκοπό για τον οποίο σχεδιάστηκε. Στη μελέτη επίσης πρέπει να προδιαγράφεται η συχνότητα των ελέγχων. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για έλεγχο του πάχους πρέπει να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις κάθε ειδικής περίπτωσης εφαρμογής και θα υπόκεινται στην αποδοχή τους από τον επιβλέποντα μηχανικό ή έπηρεσία. Τα μέσα αυτά είναι :

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

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

**7.2.12.** Ο χειρισμός του ακροφυσίου θα γίνεται πάντα από πρόσωπα επαρκούς εμπειρίας όπως μπορεί να προβλέπεται από τα συμβατικά του έργου.

### **7.3. Διαμόρφωση τελικής επιφάνειας**

#### **7.3.1. Επιφάνεια "όπως εκτοξεύτηκε"**

Η πλέον ευσταθής διαμόρφωση τελικής επιφάνειας αφορά την επιφάνεια που προκύπτει

από τη διαδικασία εκτόξευσης και παρουσιάζει ένα διάστικτο αποτέλεσμα.Επειδή κάθε εργασία στην επιφάνεια μπορεί εύκολα να προκαλέσει εφελκυστικές ρωγμές αλλά και να επηρεάσει τη συνάφεια με το υπόστρωμα, σε χρόνο που το σκυρόδεμα έχει αναπτύξει πιά μικρή εφελκυστική αντοχή και αντοχή συνάφειας, η μόνη ενέργεια που μπορεί να επιτραπεί είναι η απομάκρυνση σωματιδίων που έχουν προσκολληθεί ανεπαρκώς, με χρήση μίας μαλακής πλαστικής βούρτσας όταν θα έχει αρχίσει η αρχική σκλήρυνση της ψευδο-πήξης συνήθως μία (1) ή δύο (2) ώρες μετά την εκτόξευση.

### **7.3.2. Επιφάνεια από "αστραπιαία επίστρωση"**

Η "αστραπιαία επίστρωση" είναι μία τεχνική διαμόρφωσης τελικής επιφάνειας η οποία δεν διαταράσσει την τελική κύρια στρώση και εφαρμόζεται όταν απαιτείται ένα λεπτότερο τελείωμα από αυτό της παρ. 7.3.1. Το Ε.Σ. θα εφαρμόζεται στις προβλεπόμενες διαστάσεις και γραμμές και μετά την αρχική του πήξη θα καλύπτεται με μία εκτοξευόμενη "αστραπιαία επίστρωση" που θα περιέχει λεπτότερη άμμο και με περισσότερο νερό, σε πάχη μέχρι 6 mm. Καθώς η επίστρωση αυτή θα γεμίσει τους κυματισμούς και τα κενά της αρχικής επιφάνειας που προέκυψε από την εκτόξευση η επιφάνεια μπορεί να αφαιρεθεί όπως προκύπτει από την "αστραπιαία επίστρωση" ή να βουρτσιστεί όπως παραπάνω.

Η "αστραπιαία επίστρωση" δεν πρέπει να αντιμετωπιστεί σαν "επίστρωση συντήρησης", αλλά απαιτεί η ίδια την αναγκαία συντήρηση.Ενώ αναμφίβολα συγκρατεί το νερό που απαιτείται για την ενυδάτωση στο σκυρόδεμα που καλύπτει, η ίδια θα χάνει πολύ νερό και αναμένεται μεγάλη παρουσία ρηγματώσεων ειδικά καθώς η επιφάνειά της είναι μεγάλη συγκρινόμενη με τον όγκο της.

Οι "αστραπιαίες επιστρώσεις" μπορούν να εφαρμοστούν για την κάλυψη των ινών που προεξέχουν σε Ε.Σ. με ίνες ή να δώσουν τον επιθυμητό χρωματισμό.

### **7.3.3. Επιφάνειες από "επίστρωση αποπεράτωσης"**

Οι επιστρώσεις αποπεράτωσης είναι όμοιες με αυτές της παρ. 7.3.2., εφαρμόζονται όμως σε πάχη 6 έως 25 mm κυρίως σε στοιχεία μεγάλου πάχους.

### **7.3.4. Επιφάνειες με επεξεργασία**

Εάν απαιτείται μία λεία επιφάνεια τότε στην τελευταία κύρια στρώση του Ε.Σ. εφαρμόζεται μία από τις επιστρώσεις των παρ. 7.3.2. ή 7.3.3. και η επιφάνεια μπορεί να υποστεί επεξεργασία ως εξής:

- Τρίψιμο με μεταλλικό μυστρί με στρογγυλεμένα άκρα.
- Τρίψιμο με ξύλο.
- Βούρτσισμα με μεταλλική ή πλαστική βούρτσα.
- Τρίψιμο με σφουγγάρι.
- Τρίψιμο με λάστιχο (καουτσούκ).

### **7.3.5. Σε κάθε μελέτη θα καθορίζεται και θα εξειδικεύεται το εύρος των ανοχών σε ότι αφορά :**

- Μέγιστες αποκλίσεις στο πάχος του Ε.Σ..
- Μέγιστες αποκλίσεις επιπεδότητας από καθορισμένο οδηγό ελέγχου.

## **8. Συντήρηση**

**8.1.** Η συντήρηση είναι υποχρεωτική για κάθε έργο.Αρχίζει αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκτόξευσης και διαρκεί για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τις συνθήκες περιβάλλοντος και τις ειδικές απαιτήσεις του έργου.Το χρονικό αυτό διάστημα θα καθορίζεται από το χρόνο που απαιτείται για να επιτευχθεί ένα καθορισμένο από τη μελέτη ποσοστό ενυδάτωσης ή απαιτούμενης αντοχής και δεν θα είναι μικρότερη από επτά (7) ημέρες.

**8.2.** Η συντήρηση πρέπει να δημιουργεί τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, που θα επιτρέψουν την ολοκλήρωση της διαδικασίας ενυδάτωσης με το μεγαλύτερο ποσοστό τσιμέντου του μίγματος, η οποία θα δώσει στο σκυρόδεμα την αντοχή και την ανθεκτικότητά του.Για τη θερμοκρασία συντήρησης ισχύουν όσα αναφέρονται στα άρθρα 9.5 & 9.6.

Η απαραίτητη για τη συντήρηση υγρασία εξασφαλίζεται:

- Με μεθόδους που απαγορεύουν ή επιβραδύνουν την εξάτμιση του νερού του μίγματος, όπως ο ψεκασμός με ειδικά υγρά που σχηματίζουν επιφανειακή μεμβράνη, η επικάλυψη με λινάτσες, άμμο, και αδιάβροχα φύλλα, ή η ενσωμάτωση στο σκυρόδεμα ειδικών υλικών (στη φάση ανάμιξης) που δημιουργούν ένα εσωτερικό διάφραγμα κ.λ.π.

- Με μεθόδους που αντικαθιστούν το νερό που εξατμίζεται όπως διαβροχή, κατάκλιση της περιοχής κ.λ.π.

**8.3.** Ενέργειες συντήρησης μπορούν να απαλειφθούν και να γίνει φυσική συντήρηση του Ε.Σ. όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος διατηρείται πάνω από 95% κατά το χρόνο συντήρησης.

**8.4.** Η αποκλειστική συντήρηση με χρήση αδιαπέρατων φύλλων επικάλυψης σε επιφάνειες "όπως εκτοξεύτηκαν" ή με "αστραπιαίες επιστρώσεις" δεν συνίσταται, λόγω έλλειψης πλήρους επαφής του φύλλου με την επιφάνεια του σκυροδέματος.

**8.5.** Η μέθοδος συντήρησης πρέπει να αρχίζει αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκτόξευσης, ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις που δημιουργούνται λόγω της γρήγορης εξέλιξης της διαδικασίας ενυδάτωσης, από τη χρήση επιταχυντικών προσθέτων. Εάν χρησιμοποιείται Ε.Σ. με προσθήκη συμπληρωματικών συνδετικών υλικών όπως πυριτική παιπάλη, ιπτάμενη τέφρα κ.λ.π. και επειδή τα υλικά αυτά γενικώς έχουν μεγαλύτερη περίοδο ενυδάτωσης από το τσιμέντο Πόρτλαντ, θα λαμβάνεται μέριμνα για την κάλυψη όλης της περιόδου αυτής με διαδικασίες επαρκούς συντήρησης.

**8.6.** Συντήρηση με μεμβράνη που σχηματίζεται στην επιφάνεια του σκυροδέματος με ψεκασμό, η οποία μειώνει τη συνάφεια, δε θα χρησιμοποιείται, εφ' όσον πρόκειται να διαστρωθεί άλλη στρώση Ε.Σ.. Η επίδραση κάθε τέτοιας μεμβράνης στη συνάφεια μεταξύ των στρώσεων του Ε.Σ. θα εξακριβώνεται πριν την έναρξη των εργασιών με επί τόπου σχετικές δοκιμές. Ο ρυθμός κατανάλωσης του υγρού θα ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστικού οίκου και λόγω της γενικώς τραχύτερης επιφάνειας, θα είναι περίπου διπλάσιος αυτού που προβλέπεται για το συμβατικό σκυρόδεμα. Εάν για οποιοδήποτε λόγο απαιτηθεί εκτόξευση σκυροδέματος σε επιφάνεια στρώσης που έχει συντηρηθεί με ψεκαζόμενη μεμβράνη τότε αυτή θα απομακρύνεται με χρήση υδροβολής ή αμμοβολής ή με άλλο όμοιο αποτελεσματικό τρόπο.

**8.7.** Επειδή σε έργα σιράγγων και υπογείων κατασκευών συχνά είναι δύσκολο να επιτευχθεί συνεχής συντήρηση με μεθόδους που αντικαθιστούν το νερό που εξατμίζεται, ενώ παράλληλα η χρήση μεθόδων που απαγορεύουν ή επιβραδύνουν την εξάτμιση του νερού δεν είναι δυνατή, μπορεί να γίνει αποδεκτή μία επαλαμβανόμενη διαδικασία του ψεκασμού του σκυροδέματος με νερό, τουλάχιστον κάθε τέσσερις (4) ώρες και για ελάχιστη περίοδο επτά (7) ημερών. Ο ψεκασμός θα αρχίζει αμέσως μετά τις εργασίες εκτόξευσης και θα εκτελείται με προσοχή για αποφυγή καταστροφής της στρώσης και απόπλυση.

Η ανωτέρω διαδικασία συντήρησης θα εφαρμόζεται μόνο όταν αιτιολογημένα έχουν αποκλεισθεί όλες οι άλλες δοκιμές μέθοδοι συνεχούς διατήρησης κατάλληλων συνθηκών ολοκλήρωσης της διαδικασίας ενυδάτωσης όπως καθορίζεται στις παρ. 8.1 και 8.2 και μετά την έγκριση του επιβλέποντος μηχανικού ή έπηρεασίας.

**8.8.** Συντήρηση με υλικά που ενσωματώνονται στο σκυρόδεμα κατά τη φάση ανάμιξης και δημιουργούν εσωτερικό διάφραγμα, θα γίνεται μόνο μετά από έγκριση του επιβλέποντος μηχανικού ή έπηρεασίας και αφού έχουν προηγηθεί οι σχετικές δοκιμές και έλεγχοι.

**8.9.** Η αρμόδια έπηρεασία ή ο επιβλέπων μηχανικός μπορεί να ζητήσει τη λήψη δοκιμών, για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας της μεθόδου συντήρησης και της εν γένει προόδου της σκλήρυνσης ή ανάπτυξης της αντοχής. Τα δοκίμια αυτά παραμένουν στο έργο και συντηρούνται όπως αυτό (δοκίμια έργου). Οι αντοχές αυτών των δοκιμών δε θα λαμβάνονται υπόψη στους ελέγχους συμμόρφωσης. Τα δοκίμια αυτά θα κατασκευάζονται όπως αυτά της παρ. 5.2.5.

**8.10.** Σε εργασίες επισκευών, όπου τοποθετείται μία συνήθως λεπτή στρώση Ε.Σ. πάνω σε υφιστάμενο παλαιό σκυρόδεμα, υπάρχει μία σημαντική απώλεια νερού του Ε.Σ. προς το παλαιό, με τριχοειδή κυρίως δράση, παρά τον αρχικό εμποτισμό αυτού. Στις περιπτώσεις αυτές η μέθοδος συντήρησης θα προβλέπει απαραίτητα αντικατάσταση του νερού που χάνεται από τη στρώση του Ε.Σ. για ελάχιστη περίοδο επτά (7) ημερών.

## **9. Ειδικές περιπτώσεις σκυροδεμάτων**

### **9.1. Έτοιμο σκυρόδεμα**

Σε περίπτωση που το έργο τροφοδοτείται με έτοιμο σκυρόδεμα, ο παραγωγός σκυροδέματος οφείλει να παραδίδει την παραγγελλόμενη ποσότητα, ποιότητα, ρευστότητα και μέγιστο κόκκο σύμφωνα με την παραγγελία. Η παραγγελία κατηγορίας σκυροδέματος ισχύει για μέγιστο κόκκο 8mm κατ' ελάχιστον. Για παραγγελία τσιμεντοκονιάματος ή για ειδική σύνθεση ΕΣ, οι αναλογίες των υλικών, ο μέγιστος κόκκος, η απαίτηση ρευστότητας, ή οποιαδήποτε άλλη απαίτηση (π.χ. χαρακτηριστική αντοχή) θα συμφωνείται μεταξύ



παραγωγού και έργου. Η παραγγελομένη κατηγορία σκυροδέματος ή η ειδική σύνθεση θα έχουν τέτοια χαρακτηριστική αντοχή, ούτως ώστε όταν στο ανάμιγμα προστεθεί ο επιταχυντής πήξεως, το τελικό προϊόν μετά την εφαρμογή να έχει την απαιτούμενη αντοχή.

### **9.2. Σκυρόδεμα μειωμένης υδατοπερατότητας**

Το ΕΣ λόγω σύνθεσης (μεγάλη ποσότητα τσιμέντου, μικρός λόγος Νερού/Τσιμέντου) είναι σχεδόν μη υδατοπερατό. Εάν απαιτείται στην κατασκευή, μετά την εφαρμογή, να μην είναι υδατοπερατό πρέπει να επιλεγεί μέθοδος ελέγχου.

### **9.3. Σκυρόδεμα σε χημικές προσβολές**

Κ.Τ.Σ.-97 πίνακας 12.4

### **9.4. Σκυρόδεμα σε θαλάσσιο περιβάλλον**

Κ.Τ.Σ.-97 παρ. 12.6

### **9.5. Σκυρόδεμα σε χαμηλή θερμοκρασία**

Κ.Τ.Σ.-97 παρ. 12.8

### **9.6. Σκυρόδεμα σε υψηλή θερμοκρασία**

Κ.Τ.Σ.-97 παρ. 12.9

Οι απαιτήσεις 3, 4, 5, 6, προκύπτουν από τον Κ.Τ.Σ.

## **10. Δειγματοληψίες και έλεγχοι εκτοξευόμενου σκυροδέματος**

Όσα αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους σχετικά με δειγματοληψίες και ελέγχους ισχύουν για Ε.Σ. μίας ορισμένης χαρακτηριστικής αντοχής. Αν στο ίδιο έργο διαστρώνεται Ε.Σ. δύο ή περισσότερων χαρακτηριστικών αντοχών θα γίνονται έλεγχοι για κάθε περίπτωση χαρακτηριστικής αντοχής.

### **10.1 Απαίτηση αντοχής**

Το Ε.Σ. θα ελέγχεται με πυρήνες που θα προέρχονται από πρισματικά δοκίμια (παρ5.2.4.) που θα παίρνονται επιτόπου του έργου κατά την διάρκεια της διάστρωσης του Ε.Σ..

Οι αντοχές σε θλίψη αυτών των πυρήνων θα πρέπει να ικανοποιούν τα Κριτήρια συμμορφώσεως του άρθρου 10.4.

### **10.2. Μορφή και διαστάσεις δοκιμίων.**

**10.2.1.** Τα συμβατικά δοκίμια με τα οποία θα γίνονται οι έλεγχοι συμμορφώσεως καθώς και τα δοκίμια του έργου θα είναι πυρήνες διαμέτρου  $10 \pm 0,5$  cm και με λόγο ύψος/διάμετρο=1 που θα προέρχονται από κατάλληλα διαμορφωμένα πρισματικά δοκίμια (παρ. 5.2.4) που θα λαμβάνονται επιτόπου του έργου κατά την διάρκεια της διάστρωσης του Ε.Σ..

**10.2.2.** Εάν οι ανάγκες του Έργου προδιαγράφουν και άλλες ιδιότητες πλην της αντοχής σε θλίψη, ο Επιβλέπων μπορεί να ζητήσει την λήψη κατάλληλων δοκιμίων για αυτές τις δοκιμές.

**10.2.3.** Δοκίμια με εμφανή ελαττώματα από τραυματισμό δεν θα συμπεριλαμβάνονται στον έλεγχο συμμορφώσεως.

**10.2.4.** Για να αντιμετωπισθεί η περίπτωση του άρθρου 10.2.3 συνιστάται η λήψη σε κάθε δειγματοληψία ενός υπεράριθμου πρισματικού δοκιμίου. Αν μετά την τελική διαμόρφωση των δοκιμίων διαπιστωθεί ότι κανένα συμβατικό δοκίμιο δεν είναι ελαττωματικό το υπεράριθμο πρισματικού δοκίμιο δεν θα χρησιμοποιείται.

### **10.3. Συχνότητα δειγματοληψιών.**

**10.3.1.** Για κάθε ημέρα σκυροδετήσης ή ανά 50 m<sup>3</sup> (όποιο οδηγεί στον μεγαλύτερο αριθμό δειγματοληψιών) θα λαμβάνεται ένα πρισματικό δοκίμιο (παρ. 5.2.4.).

**10.3.2.** Για τους ελέγχους συμμόρφωσης θα αποκόπτονται ζεύγος πυρήνων από κάθε πρισματικό δοκίμιο για κάθε ηλικία που απαιτεί έλεγχο αντοχής σε θλίψη. Ο μέσος όρος της αντοχής των δύο πυρήνων κάθε ηλικίας θα αποτελεί μία τιμή Χ<sub>i</sub>.

**10.3.3.** Μετά την συμπλήρωση έξι διαδοχικών δειγματοληψιών οι τιμές Χ<sub>i</sub> αξιολογούνται με βάση το κριτήριο συμμορφώσεως της παραγράφου 10.4

**10.3.4.** Οι ανωτέρω δειγματοληψίες θα πρέπει να πυκνώνονται ώστε στο σύνολο των σκυροδετήσεων να εξασφαλίζεται ακέραιος αριθμός εξάδων.

**10.3.5.** Για έργα που διαρκούν λιγότερο από έξι ημέρες και είναι λιγότερο από 300 m<sup>3</sup> θα λαμβάνονται συνολικά τρία πρισματικά δοκίμια (παρ. 5.2.4.).

**10.3.6.** Για τους ελέγχους συμμορφώσεως των Έργων της παραγράφου 10.3.5 θα αποκόπτονται δύο πυρήνες από κάθε πρισματικό δοκίμιο για έλεγχο σε αντοχή σε θλίψη (5.2.5.) και η κάθε αντοχή θα αποτελεί μία τιμή Χ<sub>i</sub>. Οι αντοχές των έξι πυρήνων θα αξιολογούνται με βάση το κριτήριο συμμορφώσεως της παραγράφου 10.4.

### **10.4. Κριτήριο συμμορφώσεως.**

$X_6 > f_{ck} + 1,6 s$  Πρώτος κανόνας αποδοχής

$X_i > f_{ck} - 2 Mpa$  Δεύτερος κανόνας αποδοχής

Όπου:

$X_6$  = Μέσος όρος έξι διαδοχικών  $X_i$

$X_i$  = Αντοχή κάθε συμβατικού δοκιμίου (παρ. 10.3.2 & 10.3.6)

$f_{ck}$  = Η χαρακτηριστική αντοχή των 28 ημερών εκτός εάν ο μελετητής έχει ορίσει χαρακτηριστική αντοχή πρώιμης ηλικίας.

$s$  = Η τυπική απόκλιση των έξι διαδοχικών δειγματοληψιών

### **10.5. Επανέλεγχοι σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα**

**10.5.1.** Σε περίπτωση που αμφισβητούνται τα αποτελέσματα μίας δειγματοληψίας δηλ. δεν ικανοποιείται ο δεύτερος κανόνας αποδοχής από ένα μόνο δοκίμιο και η διαστασεολογία της κατασκευής επιτρέπει την λήψη πυρήνων όπως αυτών της παραγράφου 10.2.1. ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

Με δαπάνη του κατασκευαστή από την περιοχή του Έργου που προέρχονται τα αμφισβητούμενα δοκίμια λαμβάνονται τρεις πυρήνες των οποίων ο μέσος όρος αντικαθιστά την υπό αμφισβήτηση τιμή  $X_i$ . Με την νέα τιμή που προκύπτει εφαρμόζεται εκ νέου το κριτήριο συμμορφώσεως της 10.4.

**10.5.2.** Σε κάθε άλλη περίπτωση που τα αποτελέσματα δεν ικανοποιούν τον έναν ή και τους δύο κανόνες αποδοχής από την περιοχή του Έργου που προέρχονται τα αμφισβητούμενα δοκίμια, και από τις έξι θέσεις που αντιστοιχούν στις δειγματοληψίες των πρισματικών δοκιμίων λαμβάνονται ανά θέση τρεις πυρήνες των οποίων οι μέσοι όροι αντικαθιστούν τις υπό αμφισβήτηση τιμές  $X_i$ . Με τις νέες τιμές που προκύπτουν εφαρμόζεται εκ νέου το κριτήριο συμμορφώσεως της 10.4.

**10.5.3.** Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα αποδείξουν ότι το στοιχείο ή ο φορέας δεν έχει την απαιτούμενη φέρουσα ικανότητα θα πρέπει να προταθούν οι αναγκαίες διορθωτικές ενέργειες στην έκταση που απαιτεί η ασφάλεια του Έργου, από τους εμπλεκόμενους φορείς.

**10.5.4.** Όταν η διαστασεολογία της κατασκευής δεν επιτρέπει την λήψη πυρήνων όπως αυτών της παραγράφου 10.2.1. ο Μελετητής με την συνεργασία μηχανικού ειδικευμένου στην τεχνολογία του Ε.Σ. θα πρέπει να υποδείξει άλλη κατάλληλη μέθοδο επανελέγχου και αξιολόγησης του υπό αμφισβήτηση τμήματος του Έργου.

**10.5.5.** Οι έλεγχοι γίνονται από τα Εργαστήρια του ΕΠΕΧΩΔΕ, τα Εργαστήρια των Α.Ε.Ι. και τα αναγνωρισμένα Εργαστήρια.

### **10.6 Έλεγχοι στο επί τόπου Ε.Σ.**

Για την ολοκλήρωση της αξιολόγησης της ποιότητας του εκτοξευομένου σκυροδέματος, που επιτυγχάνεται στο έργο και υπόκειται στις προσομοιούμενες, κατά το στάδιο της μελέτης, συνθήκες πραγματικής λειτουργίας, απαιτείται η λήψη δοκιμίων από τις θέσεις στις οποίες τούτο έχει ήδη κατασκευαστεί. Αυτό απαιτείται γιατί το προϊόν που λαμβάνεται με σκυροδέτηση φανωμάτων μπορεί να διαφέρει αξιόλογα, από το επί τόπου Ε.Σ.. Οι δειγματοληψίες και έλεγχοι συμμόρφωσης των προηγούμενων παραγράφων θα πρέπει να συμπληρώνονται με ελέγχους του επί τόπου Ε.Σ.. Η συχνότητα των ελέγχων αυτών θα καθορίζεται στη μελέτη του έργου και θα αποτελεί ουσιώδες μέρος της διαδικασίας ποιοτικού ελέγχου. Η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψιών θα είναι μια τριάδα δοκιμίων ανά 500 m<sup>2</sup> Ε.Σ.. Ανεξάρτητα από την προβλεπόμενη συχνότητα δειγματοληψιών, αυτή μπορεί να αυξηθεί όταν οι έλεγχοι της παρ. 7.2.8 υποδεικνύουν αυξημένη παρουσία ελαττωμάτων και ανάγκη επισκευαστικών παρεμβάσεων. Οι διαστάσεις των δοκιμίων για τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής θα είναι αυτές του άρθρου 5.2.5. Όπου το ονομαστικό πάχος του Ε.Σ. είναι μικρότερο από 100mm, οι πυρήνες θα αποκόπτονται από περιοχές όπου το πραγματικό πάχος είναι μεγαλύτερο από 100mm. Οι πυρήνες θα αποκόπτονται στο τελικό πάχος του Ε.Σ. και θα εξετάζονται και οπτικά για την καταγραφή πιθανών ελαττωμάτων. Η προετοιμασία για τη θραύση των πυρήνων θα γίνεται σύμφωνα με την παρ. 5.2.5 ενώ η αποκοπή τους θα γίνεται σε χρόνο που δεν θα διαφέρει περισσότερο από μία ημέρα, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής 28 ημερών ή σε χρόνο προσδιοριζόμενο από τη μελέτη, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής μικρότερων ηλικιών. Οι τρύπες που απομένουν μετά την εξαγωγή των πυρήνων θα γεμίζουν με το χέρι, με υλικό ίδιο με αυτό που εκτοξεύτηκε. Οι τιμές  $x_i$  της θλιπτικής αντοχής κάθε δοκιμίου θα πρέπει να ικανοποιούν τις σχέσεις:

$$x_i^3 > f_{ck}$$

$$x_i > 0,85f_{ck}$$

Τα της παραγράφου 10.5.3. ισχύουν και για την παρούσα παράγραφο.

Στους λόγους για την ανωτέρω διαφοροποίηση περιλαμβάνονται: η διαφοροποίηση της φύσης του υποστρώματος, εργασία διαφορετικής κλίμακας, επιφάνειες εκτόξευσης όχι σταθερής κλίσης και με ανώμαλο σχήμα, δυσκολίες προσπέλασης της θέσης εργασίας, διαφορετική επίδραση και αποτελεσματικότητα των μεθόδων συντήρησης, επίδραση περιβαλλοντικών συνθηκών κ.λ.π. Παράλληλα οι έλεγχοι του επί τόπου Ε.Σ. είναι η μοναδική

αποτελεσματική μέθοδος για τη διερεύνηση περιοχών που μπορεί να παρουσιάσουν ελαττώματα όπως: ανεπαρκή ενσωμάτωση του οπλισμού, κενά πίσω απ' τις ράβδους, εκτεταμένη ρηγματώση από συστολή, φωλίες άμμου, παγίδευση υλικού αναπήδησης κ.λ.π.

## **11. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες**

### **11.1. Πεδίο Ορισμού**

Οι κανόνες του παρόντος κεφαλαίου ισχύουν για κατασκευές οπλισμένου εκτοξευμένου σκυροδέματος ακόμα και σε περιοχές με σεισμό. Γενικά η χρήση συγκολλητών δομικών πλεγμάτων ως κυρίως οπλισμών δεν επιτρέπεται στις κρίσιμες περιοχές δομικών στοιχείων με απαιτήσεις αντισεισμικότητας, όπως αυτές ορίζονται στον Αντισεισμικό Κανονισμό και στον Κανονισμό για την Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα.

### **11.2. Χαρακτηριστικά των Οπλισμών**

Ισχύουν οι σχετικές διατάξεις του κανονισμού για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα, λαμβάνοντας υπ' όψη, σε ότι αφορά στις ονομαστικές διαμέτρους, προτιμώνται οπλισμοί μικρής κατά το δυνατόν διαμέτρου.

### **11.3. Ελάχιστη Επικάλυψη Οπλισμού**

Ισχύουν οι σχετικές διατάξεις του Κανονισμού για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα.

### **11.4. Αποστάσεις Μεταξύ των Οπλισμών**

Η καθαρή απόσταση παρακείμενων ράβδων οπλισμού δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 50mm. Σε περίπτωση πλεγμάτων το καθαρό φάτνωμα δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 50mm x 50mm.

Εξαίρεση των καθαρών αυτών αποστάσεων γίνεται στις ράβδους με υπερκάλυψη στην περιοχή της ένωσης όπου μπορεί η μια να εφάπτεται της άλλης. Η τοποθέτηση των ράβδων σε δέσμες δεν επιτρέπεται. Η τοποθέτηση των ράβδων σε περισσότερες από μία σειρές πρέπει να αποφεύγεται. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό η ελεύθερη απόσταση μεταξύ σειρών ράβδων θα είναι  $= 4/3 daδρ$  και τουλάχιστον 30mm όπου  $daδρ =$  διάσταση μεγίστου κόκκου αδρανών .

Στην περίπτωση αυτή (περισσότερες από μια στρώσεις οπλισμού) η εφαρμογή του εκτοξευμένου σκυροδέματος θα γίνεται χωριστά για κάθε στρώση οπλισμού πριν την τοποθέτηση της επόμενης.

Σε κάθε περίπτωση η απόσταση της τοποθετημένης ράβδου οπλισμού από την υφιστάμενη επιφάνεια θα είναι  $=\Phi$  και τουλάχιστον 15mm, όπου  $\Phi =$  η διάμετρος της ράβδου και μεγαλύτερη από  $1,5daδρ$ . όπου  $daδρ$  είναι η διάσταση μεγίστου κόκκου αδρανών. Σε περίπτωση δέσμης ράβδων οπλισμών η απόσταση αυξάνεται σε  $1,5daδρ+10mm$ .

### **11.5. Εξαρτήματα Ενσωματωμένα στο Σκυρόδεμα**

**11.5.1.** Σωλήνες ή άλλα εξαρτήματα που δεν βλάπτουν με χημική ή φυσική διαδικασία το σκυρόδεμα, μπορούν να ενσωματώνονται σ' αυτό, εκτός από τις περιπτώσεις που αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους.

**11.5.2.** Σωλήνες ή εξαρτήματα αλουμινίου δεν θα βρίσκονται σε επαφή με σκυρόδεμα, εκτός αν είναι επαλειμμένα ή καλυμμένα με κατάλληλα υλικά που εμποδίζουν την αντίδραση αλουμινίου - σκυροδέματος ή την ηλεκτρολυτική αντίδραση χάλυβα - αλουμινίου.

---