

# ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

- 
- 14 Επεμβάσεις (επισκευές – ενισχύσεις)
  - 01 Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα
  - 14 **Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα σε έργα επεμβάσεων**
  - 00 -

---

**14-01-14-00: Shotcrete for repair works**

*Έκδοση 1η*

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.**

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

**2η ΟΜΑΔΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ Έργου**

**Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (Ι.Ο.Κ.)**  
*Λ. Αλεξάνδρας 91 & Δρόση - 114 74 ΑΘΗΝΑ*  
*URL: <http://www.iok.gr>*

Ομάδα Εργασίας σύνταξης Προσωρινών Εθνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΠΕΤΕΠ) Έργων Αποκατάστασης Ζημιών από Σεισμούς, για την πρώτη έκδοση:

Δρίτσος Στέφανος Δρ. Πολ. Μηχ., (Αν. Καθ. Παν. Πατρών)  
Θεοδωράκης Σταύρος Πολ. Μηχ.  
Σπανός Χρήστος Πολ. Μηχ.  
Τζανέτος Γεώργιος Πολ. Μηχ.

Επιτροπή Τελικής Επιλογής κειμένων ΠΕΤΕΠ  
για Έργα Αποκατάστασης Ζημιών από σεισμούς:

Καλύβας Γεώργιος Πολ. Μηχ.  
Τρέζος Κων/νος Δρ. Πολ. Μηχ (Επ. Καθ. Ε.Μ.Π.).  
Ρομωσιός Γεώργιος Πολ. Μηχ.

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του "Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων" (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ).

Στελέχωση 2ης ΟΔΕ:

Συντονιστής: καθ. Θ. Π. Τάσιος, Δρ. Πολ. Μηχ.

Μέλη: Αναγνωστόπουλος Παναγ., Πολ. Μηχ. (ΙΟΚ)  
Ευριπίδου Κυριάκος, Πολ. Μηχ. (Δ7/ΥΠΕΧΩΔΕ)  
Ζαβιτσάνος Ανδρέας, Μαθ/κός (Δ11/ΥΠΕΧΩΔΕ)  
Κόλλιας Στυλιανός, Δρ. Πολ. Μηχ. (Αν. καθ. ΕΜΠ)  
Λογοθέτης Λεωνίδα, Δρ Πολ. Μηχ. (Μελετητής, εκπρ. ΤΕΕ)  
Ματάλα Αλεξάνδρα, Πολ.Μηχ (ΙΟΚ)  
Παντελιάς Σαράντης, Μεταλ.Μηχ. (Σύμβουλος ΥΠΕΧΩΔΕ)  
Τσιαμπάος Γεώργιος, Δρ.Γεωλόγος (Επικ.καθ. ΕΜΠ, εκπρ. ΓΕΩΤΕΕ)  
Τσουρέλης Ελευθέριος, Πολ. Μηχ. (τ. Γεν. Δ/ντής ΥΠΕΧΩΔΕ)

#### Πίνακας

Μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων, αντικαταστάσεων κλπ.

Η οποιαδήποτε τελευταία έκδοση, καταργεί όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.

Περιγραφή (*)	Κωδικός	Έκδοση	Αρ.Σελίδων	Σύνταξη	Έλεγχος
Πρώτη έκδοση	14-01-14-00	Ε1	34	6/2004	

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΑΥΤΩΝ .....</b>	<b>5</b>
2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ.....	5
2.2. ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΥΛΙΚΑ .....	5
2.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ, ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ .....	7
<b>3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>7</b>
3.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	7
3.2. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ .....	7
3.3. ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΙΓΜΑΤΟΣ.....	9
3.4. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΜΙΓΜΑΤΟΣ .....	10
3.5. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗΣ .....	10
3.6. ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ .....	12
3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ .....	17
3.8. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ.....	17
3.9. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	18
<b>4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ.....</b>	<b>18</b>
4.1. ΕΛΕΓΧΟΙ .....	18
4.1.1. Οπτικός Έλεγχος .....	18
4.1.2. Γεωμετρικός Έλεγχος.....	19
4.1.3. Μηχανικός (Κρουστικός) Έλεγχος.....	19
4.1.4. Εργαστηριακός Έλεγχος.....	19
4.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ .....	23
4.3. ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΙ – ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	25
4.4. ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΕΓΧΩΝ .....	25
<b>5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....</b>	<b>26</b>
5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	26
5.2. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ .....	26
<b>6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....</b>	<b>27</b>
6.1. ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	27
6.2. ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ .....	27
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1<sup>ο</sup>.....</b>	<b>28</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2<sup>ο</sup>.....</b>	<b>29</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3<sup>ο</sup>.....</b>	<b>30</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4<sup>ο</sup>.....</b>	<b>31</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5<sup>ο</sup>.....</b>	<b>32</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6<sup>ο</sup>.....</b>	<b>33</b>
<b>ΠΗΓΕΣ.....</b>	<b>34</b>

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ

# Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα σε έργα επεμβάσεων

ΠΕΤΕΠ

14-01-14-00

## 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η προδιαγραφή αυτή αφορά την εκτέλεση κάθε είδους εργασίας που είναι απαραίτητη για την εφαρμογή εκτοξευμένου σκυροδέματος (Ε.Σ.), σε έργα επεμβάσεων (επισκευών/ενίσχυσεων) σε δομικά στοιχεία από ωπλισμένο σκυρόδεμα ή τοιχοποιία.

Οι μέθοδοι παραγωγής Ε.Σ. που περιλαμβάνονται στην παρούσα προδιαγραφή είναι η ξηρή και η υγρή μέθοδος. Άλλες μέθοδοι που βρίσκονται υπό ανάπτυξη ή δεν χρησιμοποιούνται συχνά, όπως η μέθοδος θαλάμου αεροστροβίλου (βίαιης ανάμιξης), ή μέθοδος κυλιόμενου τύπου, δεν περιλαμβάνονται στην παρούσα προδιαγραφή.

- Η ξηρή μέθοδος είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο και αδρανή αναμιγνύονται επαρκώς και τροφοδοτούνται σε μία ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα υπόκειται σε πίεση και μεταφέρεται πνευματικά, με ρεύμα πεπιεσμένου αέρα, μέσω σωληνώσεων, σε ένα ακροφύσιο όπου προστίθεται το νερό δια ψεκασμού και κατάλληλο επιταχυντικό πρόσμικτο (εφόσον προβλέπεται) και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει ίνες ή άλλα πρόσθετα υλικά.
- Η υγρή μέθοδος είναι η τεχνική παραγωγής Ε.Σ., στην οποία τσιμέντο, αδρανή και νερό αναμιγνύονται σε κατάλληλο αναμικτήρα και τροφοδοτούνται σε μια ειδικά γι' αυτό το σκοπό σχεδιασμένη μηχανή, όπου το μίγμα μεταφέρεται μέσω σωληνώσεων είτε πνευματικά είτε συνηθέστερα με άντληση σε ένα ακροφύσιο στο οποίο προστίθεται το επιταχυντικό πρόσμικτο και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Όπως και στην ξηρή ανάμιξη το μίγμα μπορεί να περιέχει ίνες ή άλλα πρόσθετα υλικά.

## 2. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΑΥΤΩΝ

### 2.1. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ

Το εκτοξευμένο σκυρόδεμα συντίθεται από τσιμέντο, λεπτόκοκα (ή και χονδρόκοκα) αδρανή και νερό μπορεί δε να περιλαμβάνει πρόσθετα υλικά όπως ιπτάμενη τέφρα, σκωρία υψικάμινων, οξείδια του πυριτίου και βελτιωτικά (όπως επιταχυντικά πήξης και σκλήρυνσης, πρόσμικτα για αύξηση της πρόσφυσης, θιξοτροπικά πρόσμικτα που εμποδίζουν το «κρέμασμα» (Sagging) του υλικού, κ.α.). Το εκτοξευμένο σκυρόδεμα μπορεί επιπροσθέτως να είναι οπλισμένο με χαλύβιδες ή πλαστικές ίνες ή ίνες από γυαλί.

### 2.2. ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά που ενσωματώνονται πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις των ισχύοντων προτύπων και σχετικών Κανονισμών όπως αναλυτικότερα περιγράφονται στη συνέχεια.

#### α) Τσιμέντο

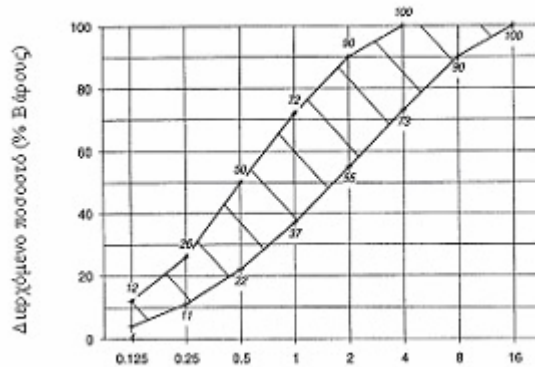
Οι τύποι τσιμέντου που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι σύμφωνοι με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN-197-1, με καταλληλότητα για χρήση σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

β) Νερό

Το νερό ανάμιξης και συντήρησης πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Παρ. 4.4 του ΚΤΣ-97.

γ) Αδρανή

Τα αδρανή πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρ. 4.3 του ΚΤΣ-97. Η κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος των αδρανών που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να είναι σύμφωνη με τα όρια που προδιαγράφονται στην μελέτη σύνθεσης. Όταν τα παραπάνω στοιχεία απουσιάζουν, το μίγμα θα επιλέγεται με μέγιστο κόκκο που δεν θα ξεπερνά τα 12 mm ενώ το κλάσμα των αδρανών με κόκκο μεγαλύτερο από 8 mm δεν θα είναι μεγαλύτερο από 10%. Επιπροσθέτως, το μίγμα των αδρανών πρέπει να βρίσκεται εντός της σκιασμένης περιοχής που δίνεται στο διάγραμμα 2-1. Όταν χρησιμοποιείται η τεχνική της ξηρής ανάμιξης το ανώτερο τμήμα της παραπάνω περιοχής είναι καταλληλότερο ενώ η σε νερό περιεκτικότητα των αδρανών (φυσική υγρασία) πρέπει να είναι μικρότερη από 6% του βάρους των αδρανών.



Κόσκινα ISO (mm)

Διάγραμμα 2-1: Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης αδρανών για χρήση σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (EFNARC, [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org))

δ) Ίνες

Στην περίπτωση του ινοπλισμένου Ε.Σ. το υλικό των ινών μπορεί να είναι από χάλυβα, πολυμερές ή γυαλί. Το μήκος των ινών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 50 mm και το 0.7 της εσωτερικής διαμέτρου των σωλήνων που χρησιμοποιούνται, εκτός αν αποδειχθεί από επιτόπου δοκιμές ότι δεν δημιουργείται πρόβλημα στην εκτόξευση και διάστρωση του υλικού. Το είδος και η ποσότητα των ινών προβλέπεται από την μελέτη σύνθεσης. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται ίνες από χάλυβα θα πρέπει να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις ASTM -820. Το συνιστώμενο μήκος χαλύβδινων ινών είναι 25-35 mm. Για άλλα είδη ινών τα κριτήρια αποδοχής τους προδιαγράφονται στην μελέτη. Ελλείψει σχετικής προδιαγραφής τα κριτήρια διατυπώνονται πριν την έναρξη της σχετικής εργασίας από την Επίβλεψη.

ε) Πρόσθετα Υλικά

Ως πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος ιπτάμενη τέφρα, σκωρία υφικαμίνων, οξειδία του πυριτίου και βελτιωτικά (όπως επιταχυντικά πήξης και σκλήρυνσης, πρόσμικτα για την μείωση ή εξουδετέρωση της συστολής ξήρανσης ή για αύξηση της πρόσφυσης, θιξοτροπικά πρόσμικτα που εμποδίζουν το

«κρέμασμα» (Sagging) του υλικού, κ.α.) υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στην παρ. 4.5 του Κ.Τ.Σ.-97. Πάντως η προσθήκη ιπτάμενης τέφρας ή σκωρίας υψικαμίνων δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 30% του βάρους του καθαρού τσιμέντου (Portland) ενώ το αντίστοιχο όριο για τα οξειδία πυριτίου είναι 15%. Οι επιταχυντές πήξης πρέπει να συμφωνούν με τις απαιτήσεις της προδιαγραφής A.S.T.M. C1141 (παρ. 4.1.1.9 και 4.1.2.9).

### **2.3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ, ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ**

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

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

Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες για τα πρόσμικτα προδιαγράφονται από τον προμηθευτή.

## **3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **3.1. ΓΕΝΙΚΑ**

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

- Τις συνθήκες εκτέλεσης της εργασίας.
- Τις ειδικότερες απαιτήσεις της μελέτης.

Σε κάθε περίπτωση η εκτόξευση σκυροδέματος γίνεται στο προβλεπόμενο από την μελέτη πάχος στις προβλεπόμενες από την μελέτη θέσεις και μετά από κατάλληλη προετοιμασία της επιφάνειας πρόσπτωσης.

Πριν την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας θα ελέγχεται ότι ο χώρος είναι ελεύθερος, έχουν ληφθεί τα μέτρα υποσυλώσεως που προβλέπονται από την μελέτη του έργου και τον κανονισμό κατεδαφίσεων, και έχουν ληφθεί όλα τα μέτρα ασφαλείας που αναφέρονται στο κεφάλαιο 5 της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής. Επίσης ελέγχεται ότι έχει γίνει η διακοπή όλων των παροχών.

Στο τέλος κάθε ημέρας εργασίας, το ανακλώμενο και το υπερψεκαζόμενο υλικό και άλλα τυχόν άχρηστα υλικά απομακρύνονται (με μονότροχο ή φορτωτάκι) και συγκεντρώνονται στις θέσεις φορτώσεως. Όλα τα δάπεδα εργασίας/διάδρομοι παραμένουν καθαροί (απαλλαγμένοι από μπάζα) καθ' όλο το διάστημα της ημέρας.

### **3.2. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ – ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ**

α. Το τεχνικό προσωπικό που θα ασχοληθεί με την εφαρμογή της μεθόδου πρέπει να έχει αποδεδειγμένη εμπειρία (βεβαιώσεις εργοδοτών), σε έργα επισκευών και ενισχύσεων που περιελάμβαναν εργασίες με εκτοξευόμενο σκυροδέμα. Πριν την έναρξη των εργασιών, το συνεργείο που θα ασχοληθεί με τις επεμβάσεις αυτού του είδους, θα εκτελεί δοκιμαστική εκτόξευση Ε.Σ. από την οποία θα πιστοποιείται η ικανότητα του προσωπικού και ειδικότερα του χειριστή του ακροφυσίου για την έντεχνη εκτέλεση της εργασίας. Αρμόδια για την παραπάνω πιστοποίηση είναι η επίβλεψη του Έργου και ως οδηγός μπορεί να χρησιμοποιείται η σχετική έκθεση ACI 5063R-91.

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

Όταν εφαρμόζεται η διαδικασία υγρής ανάμιξης ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- Μηχανή ανάμιξης (αν το μίγμα παρασκευάζεται στο εργοτάξιο)
- Αντλία και σωλήνες προώθησης υγρού μίγματος και ακροφύσιο εκτόξευσης
- Αεροσυμπιεστή με συμπιεστική ικανότητα (πίεση λειτουργίας) της τάξεως των 700 Kpa. Η ικανότητα παροχής αέρα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,5 m<sup>3</sup> αέρα/min για κάθε m<sup>3</sup> Ε.Σ./hr.

Όταν εφαρμόζεται η διαδικασία ξηρής ανάμιξης ο βασικός εξοπλισμός περιλαμβάνει:

Μηχανή ξηρής ανάμιξης, σωλήνες προώθησης του υλικού και του νερού και ακροφύσιο εκτόξευσης.

Αεροσυμπιεστή με ελάχιστη συμπιεστική ικανότητα (P):

$$P=200+2,5(I+2h) \text{ (KPa, m),}$$

όπου I το μήκος του σωλήνα προώθησης του υλικού (που δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 20 m) και h η μέγιστη διαφορά ύψους της θέσης εκτόξευσης από την θέση του αεροσυμπιεστή .

Η οριζόντια απόσταση ακροφυσίου και μηχανής ανάμιξης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 500 m ενώ η μέγιστη διαφορά ύψους είναι 100 m.

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

Η απαιτούμενη παροχή αέρα και συνιστώμενη διάμετρος του σωλήνα προώθησης και του ακροφυσίου, προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ταχύτητα, προκύπτει, σε σχέση με τις απαιτήσεις παραγωγής Ε.Σ., σύμφωνα με τα αναφερόμενα στον Πίνακα 3-1.

*Πίνακας 3-1: Απαιτήσεις εξοπλισμού ξηρής ανάμιξης*

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

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

γ. Η διεύθυνση της εκτέλεσης των εργασιών γίνεται από διπλωματούχο Πολιτικό Μηχανικό πενταετούς τουλάχιστον εμπειρίας (βιογραφικό σημείωμα), με την συνδρομή, κατ' ελάχιστο, ενός Πολιτικού Μηχανικού ή Τεχνολόγου Πολιτικού Μηχανικού ή Εργοδηγού με πενταετή εμπειρία σε έργα που έχει χρησιμοποιηθεί εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (βιογραφικά σημειώματα και βεβαιώσεις εργοδοτών).



### 3.3. ΑΝΑΜΙΞΗ ΜΙΓΜΑΤΟΣ

Οι ποσότητες και το είδος των συστατικών του μίγματος προδιαγράφονται από την μελέτη σύνθεσης η οποία εξαρτάται από τις ειδικότερες συνθήκες του έργου. Πάντως η ποσότητα του τσιμέντου δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από  $300 \text{ Kg/m}^3$  και ο λόγος νερού προς τσιμέντο δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.55. Όταν δεν προδιαγράφεται στην μελέτη, η ποσότητα του τσιμέντου επιλέγεται  $500 \text{ Kg/m}^3$  και ο λόγος νερού προς τσιμέντο ίσος προς 0.45 έως 0.50.

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

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 μίγματος θα αντιστοιχεί σε ακέραιο αριθμό σάκκων τσιμέντου.
- Τα δοχεία μετρήσεως των κλασμάτων αδρανών θα έχουν σημαδευτεί 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 μια φορά την εβδομάδα.
- Καθημερινά θα ελέγχεται η άμμος για αποφυγή συσσωματώσεων, που μπορεί να προκαλέσει ένα σημαντικό λάθος στις εφαρμοζόμενες αναλογίες.

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

Όταν η διαδικασία προβλέπει προδιύγνωση των αδρανών η επάρκεια της εκτιμάται με έναν πρόχειρο επιτόπου έλεγχο. Μικρή ποσότητα μίγματος συμπιέζεται ισχυρά κλείνοντας την παλάμη. Όταν ανοίγοντας την παλάμη το μίγμα θρυμματίζεται σε διακριτά κομμάτια, η διύγνωση θεωρείται μικρή. Αν το υλικό παραμένει σαν σβώλος η θραύεται αλλά διατηρεί το σχήμα του, η διύγνωση είναι ικανοποιητική. Αν η υγρασία αποπλένεται στο χέρι τότε η διύγνωση είναι υπερβολική. Σε κάθε περίπτωση το ξηρό ανάμιγμα με προδιύγνωση πρέπει να εφαρμόζεται όσο το δυνατόν γρηγορότερα.

Τα υλικά του Ε.Σ. θα μπαίνουν στον αναμικτήρα με τις αναλογίες που προβλέπονται στη Μελέτη Συνθέσεως. Στην περίπτωση που εφαρμόζεται η διαδικασία υγρής ανάμιξης οι αναλογίες νερού και άμμου διορθώνονται ανάλογα με τη φυσική υγρασία των αδρανών.

Τα πρόσθετα πρέπει να μπαίνουν σε ένα στάδιο της διαδικασίας παραγωγής κατάλληλο για τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό. Ειδικότερα η προσθήκη ινών θα πρέπει να καθορίζεται με επιτόπου 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 σβώλος 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 χρόνος ανάμιξης του μίγματος προδιαγράφεται από τον Κατασκευαστή του εξοπλισμού ανάμιξης και πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη ομοιογένεια του προϊόντος και καλές συνθήκες εκτόξευσης.

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

Όταν εφαρμόζεται η ξηρή μέθοδος, η εκτόξευση του σκυροδέματος πρέπει να ολοκληρώνεται εντός ενενήντα (90) 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 πρόσθετου ελέγχου ενυδάτωσης, μετά την εκτέλεση σχετικών δοκιμών και την έγκριση και αποδοχή από την Επίβλεψη. Αυτός ο χρονικός περιορισμός δεν περιλαμβάνει τα συσκευασμένα αναμιγμένα υλικά εκτός και αν υφίστανται διύγρανση.

Όταν εφαρμόζεται η υγρή μέθοδος η εκτόξευση του σκυροδέματος 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 εκτόν δέκα (110) λεπτά ή ακόμη περισσότερο με πρόσθετα ελέγχου ενυδάτωσης μετά την εκτέλεση σχετικών δοκιμών και την έγκριση και αποδοχή από την Επίβλεψη.

### **3.4. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΜΙΓΜΑΤΟΣ**

Το μίγμα για την παραγωγή Ε.Σ. με την ξηρή μέθοδο, μπορεί να μεταφέρεται σε αυτοκίνητο αναμικτήρα ή με κιβώτια που δεν επιτρέπουν απόμιξη και διαχωρισμό ή με ειδικούς 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. Στην υγρή μέθοδο το μίγμα μπορεί να μεταφέρεται με αυτοκίνητο αναδευτήρα, αντλίες σκυροδέματος ή συνδυασμό τους. Αν η μεταφορά γίνεται με αυτοκίνητο ή αυτοκίνητο αναδευτήρα, ισχύουν όσα αναφέρονται στην παρ. 2 του 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.

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

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

### **3.5. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗΣ**

Η επιφάνεια πάνω στην οποία θα εφαρμοστεί το Ε.Σ. πρέπει να προετοιμάζεται και να προστατεύεται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Τα υλικά που την διαμορφώνουν και θα έρθουν σε επαφή με το Ε.Σ. πρέπει να είναι στερεά, αρκετά πυκνής δομής και να μη δονούνται κατά τη διάρκεια της εκτόξευσης. Η προετοιμασία της επιφάνειας πάνω στην οποία θα γίνει η εκτόξευση εξαρτάται από τον τύπο του δομικού υλικού της και εκτελείται ως ακολούθως:

**α) Επιφάνεια Σκυροδέματος**

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 εκτοξευόμενο 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. Η διαδικασία προετοιμασίας της επιφάνειας σκυροδέματος πάνω στην οποία θα γίνει η εκτόξευση προδιαγράφεται στην ΠΕΤΕΠ 14-01-02 ανάλογα με το προβλεπόμενο από την μελέτη απαιτούμενο βάθος εκτράχυνσης. Εάν δεν αναφέρεται διαφορετικά στην μελέτη, οι μέθοδοι που επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν είναι η υδροβολή, η αμμοβολή και η χρήση αερόσφυρας πολλαπλής κεφαλής συμβαλιζόμενος στην σχετική ΠΕΤΕΠ ως M7, M5 και M4 αντίστοιχα. Εφόσον οι συνθήκες εργασίας το επιτρέπουν συνιστάται η χρήση της υδροβολής (μέθοδος M7) κατά προτεραιότητα και έπεται η χρήση της αμμοβολής (μέθοδος M5). Απαγορεύεται η διαμόρφωση τραχειάς επιφάνειας με χρήση «βίαιων» μηχανικών μεθόδων όπως πελέκημα, σκαπιτσάρισμα κλπ., καθώς με αυτές αναπτύσσονται «μικρορηγματώσεις» ακριβώς κάτω από την προετοιμαζόμενη επιφάνεια, οι οποίες προκαλούν μείωση της ενεργού προσφερόμενης για συνάφεια περιοχής. Χημική προετοιμασία της επιφάνειας

επιτρέπεται μόνον εάν αυτό προβλέπεται στη μελέτη και με την προϋπόθεση ότι η επιφάνεια του υποστρώματος είναι δομικώς στερεός και ότι τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την προετοιμασία, αυστηρώς μη χλωριούχα, είναι τα προδιαγραφόμενα στην μελέτη. Πριν την εκτόξευση του σκυροδέματος η επιφάνεια θα καθαρίζεται με καθαρό πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως το υφιστάμενο σκυρόδεμα θα υγραίνεται μέχρι κορεσμού με νερό υπό χαμηλή πίεση (πίεση δικτύου) χωρίς επικαθήσεις νερού στην επιφάνεια. Στην περιοχή εκτόξευσης σκυροδέματος πάνω σε στρώση νεαρής ηλικίας (όχι μεγαλύτερης από εβδομήντα δύο (72) ώρες από την αρχική πήξη του) 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.

**β) Επιφάνεια Τοιχοποιίας**

Για τις περιπτώσεις τοιχοποιίας ακολουθούνται οι διαδικασίες καθαρισμού επιφάνειας που προδιαγράφονται στην ΠΕΤΕΠ 14-02-01-02 και εφαρμόζονται αναλογικά οι προδιαγραφές που αναφέρθηκαν προηγουμένως 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 σύμφωνα με την Π.Ε.Τ.Ε.Π. 14-02-0-03, εκτός εάν προβλέπεται διαφορετικά από την μελέτη.

Πριν τη εκτόξευση του σκυροδέματος η επιφάνεια θα φυσάται με καθαρό πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως η τοιχοποιία θα υγραίνεται μέχρι κορεσμού με νερό υπό χαμηλή πίεση (πίεση δικτύου) χωρίς επικαθήση νερού στην επιφάνεια.

**γ) Επιφάνεια Χάλυβα**

Όταν η εκτόξευση γίνεται σε στοιχεία από χάλυβα, η επιφάνεια τους 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. Οι διαδικασίες καθαρισμού των επιφανειών χάλυβα προδιαγράφονται στην ΠΕΤΕΠ 14-01-09-01. Το υλικό της αναπήδησης από γειτονικές περιοχές πρέπει να απομακρύνεται όσο είναι ακόμη νωπό και μαλακό με βούρτσα ή υδροβολή με φροντίδα να μην επηρεαστεί το σχετικά νεαρό υφιστάμενο σκυρόδεμα. Οι οπλισμοί 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.

#### **δ) Επιφάνεια Καλουπιών**

Τα καλούπια είναι η μόνη κατηγορία επιφανειών υποβάθρου η οποία δεν απαιτεί την ανάπτυξη αντοχής συνάφειας με το Ε.Σ. Πριν την εκτόξευση θα απομακρύνονται από τα καλούπια όλα τα ξένα σώματα (σκληρυμένο σκυρόδεμα, ξύλα, χαρτιά, πολυστερίνη, κλπ.). Αν το καλούπι είναι υδατοαπορροφητικό τότε είτε θα διαβρέχεται μέχρι κορεσμού, είτε θα χρησιμοποιείται ένα υλικό που θα δημιουργεί φράγμα στην απώλεια νερού προς το καλούπι.

Εφ' όσον χρησιμοποιείται υλικό αποκόλλησης, αυτό δεν επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε επιφάνειες Ε.Σ. πάνω στις οποίες 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. συνιστάται η χρήση χημικών αποκολλητικών υλικών ή κάλυψη του καλουπιού με πολυαιθενικά φύλλα πριν την έναρξη της εκτόξευσης. Το υλικό αποκόλλησης δεν θα αφήνει λεκέδες ιδίως για τελικά εμφανείς επιφάνειες.

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

### **3.6. ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

Η εκτόξευση του σκυροδέματος πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το τελικό προϊόν να έχει συμπαγή και πυκνή δομή, επαρκώς επικολλημένη στην επιφάνεια του υποβάθρου, όπου αυτό υπάρχει. Η ποιότητα του επί τόπου απολαμβανόμενου σκυροδέματος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό

από τον χειριστή του ακροφυσίου, τον έλεγχο του νερού και του επιταχυντικού προσθέτου του μίγματος, την πίεση του αέρα, την απόσταση του ακροφυσίου από την προσβαλλόμενη επιφάνεια, την ταχύτητα εξόδου των υλικών από το ακροφύσιο και τις τεχνικές χρήσεως του ακροφυσίου.

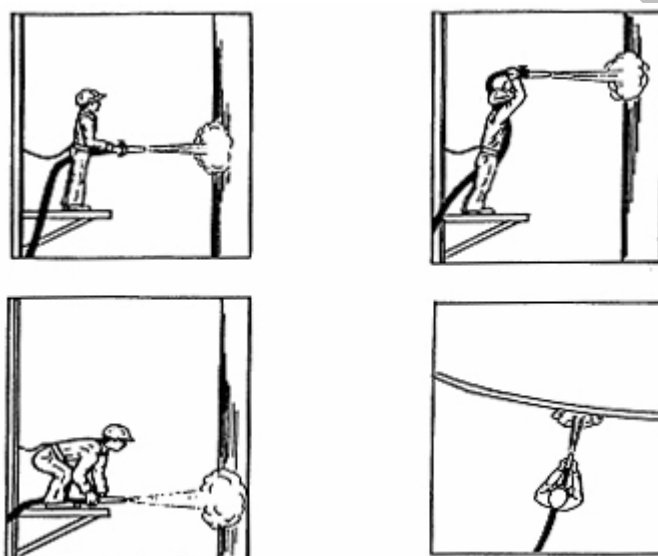
Η τροφοδοσία του υλικού θα είναι τέτοια ώστε να τηρούνται οι αναλογίες των υλικών του τελικού μίγματος, να μην υπάρχουν εμφράξεις του εξοπλισμού και να διατηρείται μία σταθερή ροή του υλικού στο ακροφύσιο. Όταν η ροή είναι ασυνεχής ή μεταβαλλόμενης ποσότητας ή όταν ο χειριστής του ακροφυσίου επιφέρει 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.

Η θερμοκρασία του μίγματος πριν την εκτόξευσή του και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου δεν πρέπει να είναι κάτω από 5°C ή πάνω από 35°C. Το συνιστώμενο εύρος θερμοκρασίας είναι μεταξύ 10°C και 25°C. Για θερμοκρασίες που βρίσκονται εκτός του συνιστώμενου εύρους αλλά εντός του αποδεκτού απαιτείται η λήψη κατάλληλων μέτρων προσαρμογής της θερμοκρασίας των

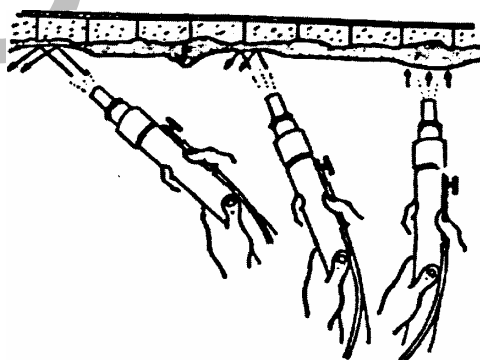
συστατικών του μίγματος όπως η προθέρμανση ή πρόψυξη των αδρανών ή/και του νερού ανάμιξης ή η θερμική προστασία του χώρου εργασίας. Η αποδοχή των παραπάνω μέτρων απαιτεί την έγκριση της Επίβλεψης. Για θερμοκρασίες περιβάλλοντος εκτός του αποδεκτού εύρους εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις των παρ. 12.8 και 12.9 του Κ.Τ.Σ.-97.

Η ταχύτητα με την οποία το υλικό εξέρχεται από το ακροφύσιο και η απόστασή του από την επιφάνεια εκτόξευσης 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 απόσταση του ακροφυσίου από την προσβαλλόμενη επιφάνεια συνιστάται να είναι μεταξύ 0.5 m και 1.0 m. Η ελάχιστη και η μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση είναι 0.5 m και 1.5 m αντίστοιχα.

Η κατεύθυνση του ακροφυσίου και της εκτόξευσης θα είναι κατά το δυνατόν κάθετη προς την επιφάνεια εκτόξευσης με στόχο την ελαχιστοποίηση του ανακλώμενου υλικού (Εικόνες 3-1 και 3-2).

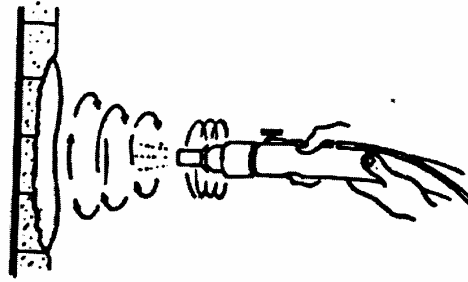


Εικόνα 3-1: Σωστές θέσεις εκτόξευσης (ACI Report 506R-90)



Εικόνα 3-2: Σχέση ανακλώμενου υλικού και γωνίας πρόσπτωσης (ACI Report 506R-90)

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 χωρίς κινήσεις μπρός – πίσω σε διαδοχικά «περάσματα» (Εικόνα 3-3).



*Εικόνα 3-3: Οι στρώσεις συμπληρώνονται με επάλληλες μικρές κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου (ACI Report 506R-90)*

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. Το πάχος κάθε στρώσης Ε.Σ. (όταν δεν χρησιμοποιούνται επιταχυντές πήξης) συνιστάται να είναι:

α) Όταν περιλαμβάνονται οπλισμοί να καλύπτονται οι ράβδοι τουλάχιστον 10 mm σε στρώσεις οροφής και 20 mm σε κατακόρυφες στρώσεις.

β) Όταν δεν περιλαμβάνονται οπλισμοί:

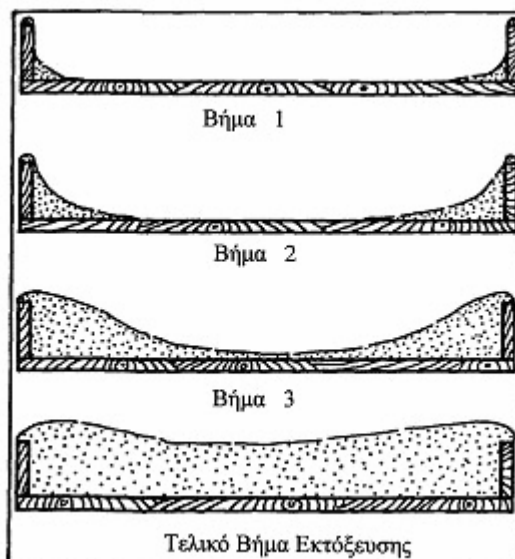
max 30 mm σε στρώσεις οροφής.

max 50 mm σε κατακόρυφες στρώσεις.

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

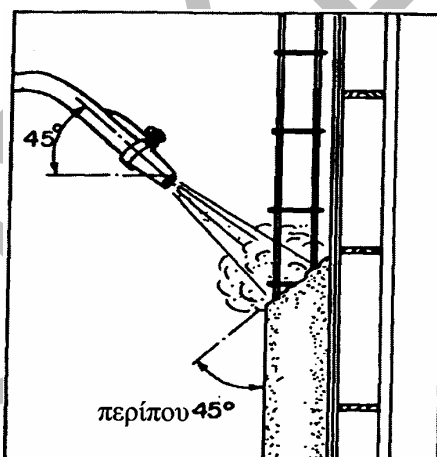
Το υλικό της αναπήδησης δεν πρέπει ποτέ και για οποιοδήποτε λόγο να καλυφθεί με Ε.Σ. Το υλικό αυτό θα απομακρύνεται από το έργο και θα εξασφαλίζεται ο αποκλεισμός της πιθανότητας επαναχρησιμοποίησής του για παραγωγή εκτοξευόμενου ή συμβατικού σκυροδέματος.

Μεγάλες κοιλότητες, σπηλαιώσεις ή ρήγματα της επιφάνειας εκτόξευσης πρέπει να γεμίζουν προσεκτικά με Ε.Σ. πριν την εφαρμογή της κύριας στρώσης. Εφόσον υπάρχουν εσωτερικές γωνίες στην επιφάνεια διάστρωσης ή γενικά σε περιοχές επιρρεπείς στην παγίδευση υλικού αναπήδησης η εκτόξευση θα αρχίζει από εκεί (Εικόνα 3-4) και το μέτωπο εργασίας θα απομακρύνεται πάντα με κατά μήκος κλίση από αυτές τις περιοχές.



Εικόνα 3-4: Κατάλληλη διαδικασία εκτόξευσης σε εσωτερικές γωνίες (ACI Report 506R-90)

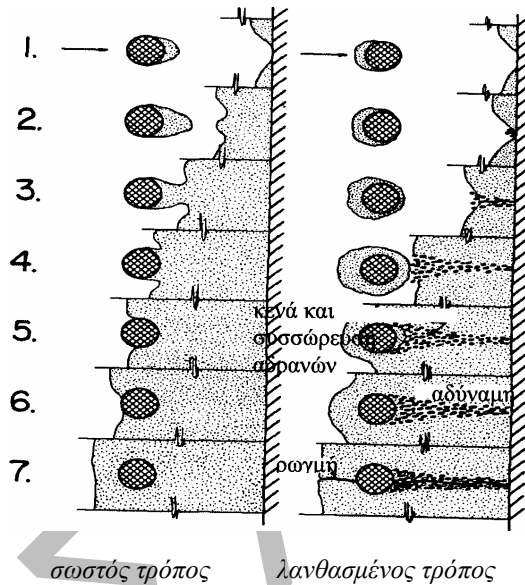
Όταν εφαρμόζεται μονή στρώση μεγάλου πάχους (πάνω από 150 mm) θα εφαρμόζεται τεχνική εκτόξευσης τύπου «ράμπας» κατά την οποία η στρώση δομείται με μια γωνία κορυφής περίπου  $45^\circ$  η οποία επιτρέπει στο υλικό της αναπήδησης να κυλάει προς τα έξω (Εικόνα 3-5):



Εικόνα 3-5: Σωστός τρόπος εκτόξευσης για μεγάλα πάχη (ACI Report 506R-90)

Όταν η εκτόξευση γίνεται σε επιφάνειες που έχει διαστρωθεί πλέγμα οπλισμών, συνιστάται να μειώνεται η απόσταση του ακροφυσίου από την επιφάνεια και να επιλέγεται ελαφρά απόκλιση της γωνίας εκτόξευσης από την ορθή ώστε το σκυρόδεμα να περνά και να συγκρατείται πίσω από τις ράβδους του πλέγματος. Στην περίπτωση ύπαρξης οπλισμών μεγάλης διαμέτρου ή/και συγκεντρωμένου οπλισμού, η εκτόξευση του σκυροδέματος πίσω από τις ράβδους γίνεται με γωνία που μπορεί να αποκλίνει από την ορθή, είτε σε πολύ μικρότερες αποστάσεις από τις συνήθειες. Στην περίπτωση ύπαρξης οπλισμού σε μεγάλο πάχους διατομές στον εξοπλισμό θα περιλαμβάνεται διάταξη πεπιεσμένου αέρα η οποία θα επιτρέπει στο χειριστή της να ακολουθεί το χειριστή του ακροφυσίου και να απομακρύνει αμέσως κάθε υλικό αναπήδησης που πιθανόν να συσσωρεύεται πίσω από τον οπλισμό.

Όταν το σκυρόδεμα 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 συμπακνωμένο σκυρόδεμα πίσω από αυτές (Εικόνα 3-6). Για την αποφυγή κενών ή ασυμπύκνωτων περιοχών πίσω από ράβδους οπλισμού απαιτείται κατ' ελάχιστον ένα κενό 20 mm πίσω από τις ράβδους για να υπάρξει η δυνατότητα εγκιβωτισμού τους στο Ε.Σ. Για τον ίδιο λόγο συνιστάται η αποφυγή χρήσης ινοπλισμένου Ε.Σ. με χαλύβδινες ίνες όταν στην εκτοξευόμενη στρώση εγκιβωτίζονται ράβδοι οπλισμού. Χαλύβδινες ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν γίνεται εκτόξευση σε στρώσεις έξω από ράβδους οπλισμού. Η παραπάνω διαδικασία εφαρμογής ινοπλισμένου Ε.Σ. παρουσία οπλισμών θα πρέπει να προδιαγράφεται στην μελέτη, διαφορετικά απαιτείται η αποδοχή της από την Επίβλεψη.



Εικόνα 3-6: Εκτόξευση παρουσία οπλισμού (ACI Report 506R-90)

Για την καθοδήγηση στην διαμόρφωση των ευθυγραμμίων πρέπει να χρησιμοποιούνται οδηγοί από λεπτά σύρματα τα οποία δεν επηρεάζουν την διαδικασία της εκτόξευσης. Τα σύρματα αυτά έχουν υψηλή εφελκυστική αντοχή, διάμετρο 0.8 ή 1 mm, και τοποθετούνται με ακρίβεια στις γωνίες, στις προβολές των διατομών και σε διαστήματα συνήθως 0.6 έως 1m σε επίπεδες επιφάνειες. Για την αποφυγή υπερβολικών δονήσεων κατά την εκτόξευση και την επεξεργασία της επιφάνειας τα σύρματα πρέπει να τεντώνονται σφικτά. Ο τρόπος στερεώσεως θα δοκιμάζεται και κατά περίπτωση, ανάλογα με την εμπειρία του προσωπικού, μπορεί να απαιτηθεί η χρήση σφικτήρων, ελατηρίων ή άλλων κατάλληλων διατάξεων.

Για την καθοδήγηση στην διαμόρφωση καμπύλων επιφανειών πρέπει να 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 πηχάκια μεγίστων διαστάσεων 25 × 50 mm που συνδέονται με τραβέρσες ανά 0.6 έως 1 m.

Για καθοδήγηση στην διαμόρφωση του προβλεπόμενου από την μελέτη πάχους πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικά στοιχεία που προσαρμόζονται στις απαιτήσεις κάθε ειδικής περίπτωσης εφαρμογής και η αποδοχή τους υπόκειται στον επιβλέποντα μηχανικό ή στην υπηρεσία. Τα στοιχεία 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.

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

### 3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

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

### 3.8. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η συντήρηση αρχίζει αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκτόξευσης και διαρκεί για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από τις συνθήκες περιβάλλοντος και τις ειδικές απαιτήσεις του έργου. Το χρονικό αυτό διάστημα θα καθορίζεται από τη μελέτη και δεν θα είναι μικρότερο από επτά (7) ημέρες. Όταν δεν αναφέρεται διαφορετικά στην μελέτη το χρονικό διάστημα λαμβάνεται δέκα τέσσερις (14) ημέρες.

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 (στην φάση ανάμιξης) που δημιουργούν ένα εσωτερικό διάφραγμα, κλπ.
- Με μεθόδους που αντικαθιστούν το νερό που εξατμίζεται όπως διαβροχή κατάκλιση της περιοχής, κλπ. Επιτρέπεται να γίνει φυσική συντήρηση του Ε.Σ., χωρίς δηλαδή να γίνουν οι παραπάνω αναφερόμενες ενέργειες συντήρησης όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος διατηρείται πάνω από 95% κατά το χρόνο συντήρησης.

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

Συντήρηση με μεμβράνη που σχηματίζεται στην επιφάνεια του σκυροδέματος με ψεκασμό, εν γένει δεν επιτρέπεται, εφ' όσον πρόκειται να διαστρωθεί άλλη στρώση Ε.Σ. Επιτρέπεται μόνο αν από

επί τόπου δοκιμές τεκμηριωθεί ότι η παραπάνω διαδικασία δεν μειώνει την συνάφεια μεταξύ των στρώσεων. 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.

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

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

Για την συντήρηση του Ε.Σ., σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύουν οι διατάξεις των παρ. 12.8 και 12.9 του ΚΤΣ-97. Πάντως, η συντήρηση και τα μέτρα προστασίας του Ε.Σ. για χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος διατηρούνται και πέραν των προβλεπομένων χρονικών ορίων, μέχρι το σκυρόδεμα να αναπτύξει θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 5 MPa.

### **3.9. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η εργασία θεωρείται τελειωμένη όταν έχει γίνει η εκτόξευση και η διαμόρφωσης της τελικής επιφάνειας του σκυροδέματος στις προβλεπόμενες από την μελέτη θέσεις, έχει γίνει η συντήρηση σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 3.8, έχουν ληφθεί τα δοκίμια που απαιτούνται για τους εργαστηριακούς ελέγχους, έχουν αποθεθεί στις περιοχές φόρτωσης το ανακλώμενο ή υπερψεκαζόμενο υλικό και άλλα άχρηστα υλικά και έχουν αποκατασταθεί τυχόν κακοτεχνίες.

## **4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ**

### **4.1. ΕΛΕΓΧΟΙ**

Τέσσεροι τύποι ελέγχου χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Ο οπτικός, ο γεωμετρικός, ο μηχανικός (κρουστικός) και ο εργαστηριακός.

#### **4.1.1. Οπτικός Έλεγχος**

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

Πριν την εκτόξευση, ο οπτικός έλεγχος περιλαμβάνει την αποδοχή των συνθηκών έναρξης της εκτόξευσης. Ο έλεγχος της κατάστασης των ενσωματούμενων υλικών (όπως η ύπαρξη πιθανών συσσωματωμάτων άμμου, η αποδεκτή προδιύγνωση των αδρανών εφόσον προβλέπεται, η πιθανή οξειδωση των ινών χάλυβα, κ.α.) σύμφωνα με τα αναφερθέντα στην παρ. 3.3, αποτελεί μέρος της διαδικασίας. Επίσης περιλαμβάνεται ο έλεγχος της καταλληλότητας της επιφάνειας του υποστρώματος όπως έχει προέλθει είτε από επεξεργασία του αρχικού στοιχείου είτε από προγενέστερη στρώση εκτοξευόμενου σκυροδέματος, σύμφωνα με τα αναφερθέντα στην παρ. 3.5.

Κατά την διάρκεια της εκτόξευσης ο έλεγχος περιλαμβάνει την εφαρμογή των κανόνων έντεχνης εκτέλεσης της εργασίας όπως αυτοί περιγράφηκαν στην παρ. 3.6 με στόχο τον έγκαιρο εντοπισμό

κακοτεχνιών και θα επιτρέπει άμεσες διορθωτικές παρεμβάσεις για αποκατάσταση των ελαττωμάτων πριν την ολοκλήρωση της εκτόξευσης κάθε στρώσης. Ως τέτοιες πιθανές κακοτεχνίες ενδεικτικά αναφέρονται: ο εγκλωβισμός ανακλόμενου υλικού, η συσσώρευση υπερψεκαζόμενου υλικού, η επικόλληση και έναρξη πήξης υπερψεκαζόμενου υλικού επί ράβδων σπλισμού ή άλλων χαλύβδινων στοιχείων πριν γίνει η διάστρωση στην περιοχή, η δημιουργία κενών ή φωλεών, η ανεπαρκής επικάλυψη των ράβδων σπλισμού ή των χαλύβδινων στοιχείων, η δημιουργία αδύναμων περιοχών λόγω απόμιξης του σκυροδέματος (ιδίως πίσω από ράβδους σπλισμού ή άλλα χαλύβδινα στοιχεία, βλ. Εικόνα 3-6) κ.α.

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

#### **4.1.2. Γεωμετρικός Έλεγχος**

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

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

#### **4.1.3. Μηχανικός (Κρουστικός) Έλεγχος**

Ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος γίνεται επί τόπου και αφορά την στερεότητα και συνοχή της επεμβάσεως. Γίνεται με ελαφρές κρούσεις με σφυρί βάρους 1.00 Kg. Ελέγχεται η δημιουργία ρωγμών στην διεπιφάνεια επεμβάσεως, καθώς και ο ήχος από τις κρούσεις. Περιοχές στις οποίες δημιουργούνται ρωγμές ή ο ήχος είναι υπόκωφος, σημαίνονται επί τόπου και απεικονίζονται στα αντίστοιχα σχέδια.

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

#### **4.1.4. Εργαστηριακός Έλεγχος**

Ο εργαστηριακός έλεγχος περιλαμβάνει δύο κατηγορίες δοκιμών. Η πρώτη κατηγορία (E1) αφορά δοκιμές που γίνονται σε δοκίμια που αποκόπτονται από 3 φατνώματα διαστάσεων 600× 600 × 120 mm (κατ' ελάχιστον), στα οποία έχει γίνει εκτόξευση σκυροδέματος ειδικώς και μόνο για την λήψη δοκιμίων. Η δεύτερη κατηγορία (E2) αφορά δοκιμές που γίνονται σε δοκίμια που αποκόπτονται από το παραχθέν προϊόν στην εργασία επέμβασης.

Σε κάθε περίπτωση, δοκίμια με εμφανή ελαττώματα δεν θα χρησιμοποιούνται στους εργαστηριακούς ελέγχους, αποτελούν όμως στοιχεία των ελέγχων της παρ. 4.1.2..

##### **α) Εργαστηριακές Δοκιμές Κατηγορίας E1**

Η κατηγορία δοκιμών E1 έχει ως κύριο στόχο τον έλεγχο ικανοποίησης των κριτηρίων συμμόρφωσης για την προβλεπόμενη χαρακτηριστική θλιπτική αντοχή του Ε.Σ. Μπορεί όμως να αφορά και άλλες ιδιότητες ή χαρακτηριστικά, ο προσδιορισμός των οποίων θα πρέπει να προβλέπεται από την μελέτη ή να απαιτηθεί από την επίβλεψη. Ως τέτοια χαρακτηριστικά μπορεί να είναι το μέτρο ελαστικότητας σε θλίψη ή σε εφελκυσμό, η αντοχή σε κάμψη, η

δυσθραυστότητα ή άλλες ειδικότερες ιδιότητες όπως η πυκνότητα, η αντίσταση σε παγετό ή η διαπερατότητα. Εάν από την μελέτη δεν προσδιορίζεται διαφορετικά, οι έλεγχοι συμμόρφωσης για την θλιπτική αντοχή θα πραγματοποιούνται σύμφωνα με την διαδικασία που περιγράφεται στην συνέχεια, ενώ για κάθε άλλο χαρακτηριστικό (του οποίου απαιτείται ο προσδιορισμός), θα χρησιμοποιούνται οι σχετικές έγκυρες προδιαγραφές είτε των Ευρωπαϊκών Προτύπων π.χ. η EN 6275 για την πυκνότητα και η EN6784 για το μέτρο ελαστικότητας ή άλλες (εφόσον έχουν εκδοθεί στην φάση εκτέλεσης του έργου), είτε άλλων Οργανισμών (π.χ. η ASTM C78 για την αντοχή σε κάμψη, η ASTM C1018 για την δυσθραυστότητα, η ASTM C666 για την αντίσταση σε παγετό, η ISO 7031 για την διαπερατότητα).

#### Παρασκευή Φατνωματικών Δοκιμίων Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος

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

Τα φατνώματα είναι ορθογωνικής διατομής, κατασκευασμένα από χαλύβδινα φύλλα ή από άλλο άκαμπτο μη υδαταπορροφητικό υλικό. Το ελάχιστο πάχος των τοιχωμάτων τους είναι 4mm για τα χαλύβδινα, και 18mm αν χρησιμοποιηθεί κόντρα -πλακέ. Οι ελάχιστες εσωτερικές διαστάσεις του φατνώματος θα είναι 600×600 mm το δε ύψος θα είναι τουλάχιστον 120 mm. Τα φατνώματα θα τοποθετούνται κατακόρυφα και η εκτόξευση θα γίνεται οριζόντια με τον ίδιο εξοπλισμό, τεχνική, πάχος στρώσης ανά πέρασμα, απόσταση εκτόξευσης χειριστή μηχανήματος κτλ. που θα χρησιμοποιηθεί κατά την διάρκεια διάστρωσης του Ε.Σ. στο έργο. Μετά την εκτόξευση, η ελεύθερη επιφάνεια των φατνωματικών δοκιμίων καλύπτεται με διπλή λινάσσα, που διατηρείται για όσο διάστημα παραμένει το δοκίμιο μέσα στο φάτνωμα συνεχώς υγρή, καλυμμένη με πλαστικό φύλλο που εμποδίζει την εξάτμιση. Το φατνωματικό δοκίμιο παραμένει αμετακίνητο και συντηρείται μέσα στο φάτνωμα για 48 τουλάχιστον ώρες. Αμέσως μετά τις 48 ώρες το δοκίμιο αφαιρείται από το φάτνωμα, και συνεχίζει να βρίσκεται σε συνθήκες συντήρησης. Επτά ημέρες μετά την εκτόξευση αποκόπτονται, από το δοκίμιο, τα απαραίτητα δείγματα, τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται για συντήρηση σε ατμόσφαιρα με σχετική υγρασία τουλάχιστον 95% και θερμοκρασία  $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C ή μεταφέρεται για συντήρηση στις προηγούμενες συνθήκες ολόκληρο το δοκίμιο και η αποκοπή των απαραίτητων δειγμάτων γίνεται στις αντίστοιχες ηλικίες ελέγχου αυτών. Τα δείγματα πρέπει να λαμβάνονται σε απόσταση τουλάχιστον 125 mm από τις ακμές του δοκιμίου (εκτός από τις περιπτώσεις αποκοπής δοκών για τις δοκιμές της κάμψης, όπου τα άκρα αυτών των δοκών μπορούν να βρίσκονται μέσα και σ' αυτές τις περιοχές).

#### Λήψη και διαμόρφωση δοκιμίων

Οι πυρήνες λαμβάνονται με κατάλληλο μηχάνημα, με ελεγμένη σταθερότητα και ευθυγραμμία στελέχους καθώς και με αδαμαντοκορώνα σε καλή κατάσταση. Η ονομαστική διάμετρος του πυρήνα είναι 100 mm (επιτρεπτή απόκλιση  $\pm 5$ mm) και μετριέται κοντά στο μέσο του ύψους αυτού επί δύο καθέτων διευθύνσεων. Οι βάσεις του πυρήνα πρέπει να καθίστανται πρακτικώς επίπεδες και κάθετοι προς τη γενέτειρά τους, με κατάλληλη κοπή ή επεξεργασία σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην προδιαγραφή ASTM C617. Η ανοχή επιπεδότητας των βάσεων του πυρήνα πρέπει να είναι 0.05 mm και η γωνία ανάμεσα στην γενέτειρα και τις βάσεις του πυρήνα πρέπει να είναι  $90^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ . Ως μήκος του δοκιμίου, που διαμορφώθηκε με αυτόν τον τρόπο, λαμβάνεται ο μέσος όρος των μετρήσεων δύο αντιδιαμετρικών γενετειρών με ακρίβεια  $\pm 1$ mm. Το μήκος του δοκιμίου πρέπει να είναι ίσο με τη διάμετρό του με επιτρεπτή απόκλιση  $\pm 10\%$  επί της τιμής της ονομαστικής διαμέτρου.

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

Προσδιορισμός Θλιπτικής Αντοχής Δοκιμίων

Ο προσδιορισμός της αντοχής σε θλίψη των δοκιμίων που διαμορφώθηκαν με τον προηγούμενο τρόπο γίνεται σύμφωνα με την προδιαγραφή EN 4012. Η αντοχή του προαναφερθέντος δοκιμίου, με ονομαστική διάμετρο 100 mm και λόγο ύψους/διάμετρο = 1, με τις αποκλίσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως, πολλαπλασιασμένη με συντελεστή αναγωγής 1,17, θεωρείται ίση με την αντοχή κυβικού δοκιμίου ακμής 150 mm.

Δειγματοληψίες

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

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

- Δύο φανωματικά δοκίμια ανά περίοδο σκυροδέματος
- Ένα φανωματικό δοκίμιο ανά δύο ημέρες της περιόδου σκυροδέτησης
- Δύο φανωματικά δοκίμια ανά 15 m<sup>3</sup> σκυροδέτησης

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

**β) Εργαστηριακές Δοκιμές Κατηγορίας E2**

Οι εργαστηριακές Δοκιμές κατηγορίας E2 γίνονται για δύο κύριους λόγους: (α) την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής του Ε.Σ. έτσι όπως διαστρώθηκε και συντηρήθηκε στις πραγματικές συνθήκες του έργου επειδή είναι πιθανόν να είναι διαφορετική από την αντοχή των δοκιμίων που λαμβάνονται από τα φανώματα και (β) τον έλεγχο εξασφάλισης επαρκούς συνάφειας μεταξύ του Ε.Σ. και του στοιχείου επί του οποίου έγινε η εκτόξευση. Επιπλέον, θα μπορούσε να γίνει και ο προσδιορισμός άλλων χαρακτηριστικών ή ιδιοτήτων όπως π.χ. η περιεκτικότητα των ινών, εφόσον χρησιμοποιείται Ε.Σ. οπλισμένο με ίνες.

Έλεγχος Θλιπτικής Αντοχής

Για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής λαμβάνονται κατ' ελάχιστον 3 δοκίμια – πυρήνες ανά 15 m<sup>3</sup>, ή 150 m<sup>2</sup> Ε.Σ. (οποιοδήποτε είναι μικρότερο). Το ελάχιστο πλήθος των δοκιμίων είναι 3 ανεξάρτητα από την ποσότητα του Ε.Σ.. Το πλήθος των δοκιμίων – πυρήνων μπορεί να αυξηθεί με απόφαση της Επίβλεψης αν ο οπτικός ή/και ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος υποδεικνύουν πιθανή παρουσία ελαττωμάτων.

Οι διαστάσεις των δοκιμίων για τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής θα είναι ίδιες με αυτές που προδιαγράψαν για τις δοκιμές της κατηγορίας E1. Οι πυρήνες θα αποκόπτονται από περιοχές χωρίς οπλισμούς\_όπου το πραγματικό πάχος του Ε.Σ. είναι τουλάχιστον 100 mm. Σε όσες περιπτώσεις οι διαστάσεις των εξ Ε.Σ. στοιχείων δεν επιτρέπουν την λήψη πυρήνων – δοκιμίων με τις προβλεπόμενες διαστάσεις, τα δοκίμια μπορούν να ληφθούν με μικρότερες διαστάσεις από την προϋπόθεση ότι τεκμηριώνεται αξιόπιστα η αναγωγή των αντοχών τους σε δοκίμια με τις προβλεπόμενες διαστάσεις . Η προετοιμασία για τη δοκιμή των πυρήνων θα γίνεται όπως και στην κατηγορία δοκιμών E1 (παρ. 4.1.4.α) ενώ η αποκοπή τους θα γίνεται σε χρόνο που η ηλικία τους δεν θα διαφέρει περισσότερο από μια ημέρα, αν πρόκειται για έλεγχο αντοχής 28 ημερών ή σε χρόνο προσδιοριζόμενο από τη μελέτη, αν πρόκειται για έλεγχο

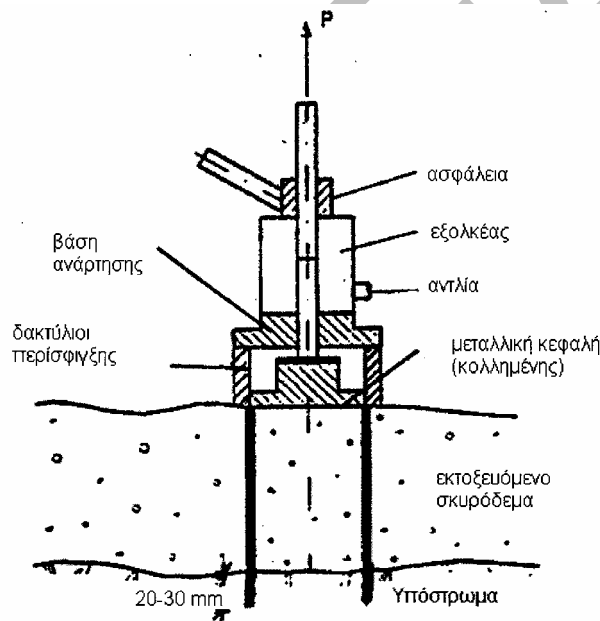
αντοχής μικρότερων ηλικιών. Οι τρύπες που απομένουν μετά την εξαγωγή των πυρήνων θα γεμίζουν με μη συρρικνούμενο επισκευαστικό κονίαμα.

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

#### Έλεγχος Συνάφειας

Ο έλεγχος συνάφειας του Ε.Σ. με το στοιχείο επί του οποίου γίνεται η εκτόξευση πραγματοποιείται με εξόλκευση διαχωρισμένου δείγματος σύμφωνα με την διαδικασία που ακολουθεί και όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται στην Εικόνα 4-1.

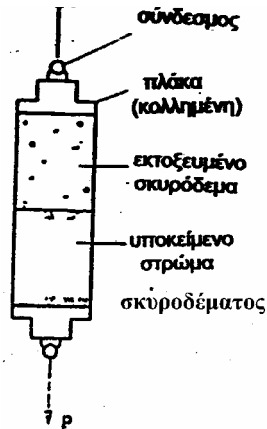
Στο από Ε.Σ. στοιχείο διαχωρίζεται, με περιστροφικό δράπανο, που είναι εφοδιασμένο με κατάλληλο κοπτικό, ένας κύλινδρος διαμέτρου 50 έως 100 mm με άξονα κάθετο προς την υπό έλεγχο επιφάνεια πρόσφυσης, που φτάνει 20-30 mm εντός του υποστρώματος (εκτός αν διαφορετικά προβλέπεται στην μελέτη). Στην εξωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου επικολλάται, κεντρικά, μεταλλική κεφαλή, κάθετα προς τον άξονα του κυλίνδρου επί της οποίας προσαρμόζεται εξολκέας για την εφαρμογή δύναμης έλξης για αποκόλληση του δοκιμίου. Η δύναμη εξόλκευσης εφαρμόζεται στην κατεύθυνση του άξονα του κυλίνδρου με ρυθμό 1.0-3.0 MPa/min και το μέγεθος της καταγράφεται στην φάση αστοχίας. Η περιοχή στήριξης του εξολκέα γίνεται εκτός της επιφάνειας του δείγματος.



Εικόνα 4-1: Έλεγχος συνάφειας επί τόπου του έργου με διαχωρισμό δείγματος

Στις περιπτώσεις που το υπόστρωμα είναι από σκυρόδεμα και έχει μικρό πάχος, μπορεί ο διαχωρισμός του κυλίνδρου να είναι διαμπερής. Στις περιπτώσεις αυτές το δείγμα που αποκόπτεται, (αποτελούμενο από το εκ σκυροδέματος υπόστρωμα και Ε.Σ.) συσκευάζεται, περισφίγγεται με ταινία και μεταφέρεται στο εργαστήριο με τρόπο απολύτου προστασίας από κραδασμούς και δοκιμάζεται σε καθαρό εφελκυσμό. Η εφαρμογή της εφελκυστικής δύναμης γίνεται μέσω δύο μεταλλικών πλακών που επικολλώνται για τον σκοπό αυτό στις δύο απέναντι βάσεις του κυλινδρικού δοκιμίου κάθετα προς τον άξονα του (Εικόνα 4-2). Η εφελκυστική δύναμη εφαρμόζεται στην κατεύθυνση του άξονα του κυλίνδρου με ρυθμό 1.0 έως 3.0 MPa/min και το μέγεθος της καταγράφεται στην φάση αστοχίας.

Για τον έλεγχο συνάφειας απαιτούνται κατ' ελάχιστον 3 δοκίμια ανά 30 m<sup>3</sup>, ή 300 m<sup>2</sup> Ε.Σ. (οποιοδήποτε είναι μικρότερο). Το πλήθος των δοκιμών μπορεί να αυξηθεί με απόφαση της Επίβλεψης αν ο οπτικός ή/και ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος υποδεικνύουν πιθανή παρουσία ελαττωμάτων.



Εικόνα 4-2: Εργαστηριακός Έλεγχος Συνάφειας με Αποκοπή Δείγματος στις περιπτώσεις υποστρώματος με μικρό πάχος

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

#### 4.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ

##### α) Οπτικός Έλεγχος.

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

##### β) Γεωμετρικός Έλεγχος.

Η επέμβαση θεωρείται αποδεκτή όταν κατά τον γεωμετρικό έλεγχο η απόκλιση από τις προβλεπόμενες διαστάσεις της μελέτης δεν ξεπερνά τα όρια που αναφέρονται σ' αυτή. Αν τα όρια αυτά δεν αναφέρονται στην μελέτη, οι αποκλίσεις δεν πρέπει να ξεπερνούν το 0.5% της μεγαλύτερης διάστασης του δομικού στοιχείου επί του οποίου γίνεται η επέμβαση ούτε τα 20 mm. Αν οι αποκλίσεις είναι μεγαλύτερες, τότε οι επιφάνειες αυτές επισκευάζονται με βάση τις υποδείξεις της Επίβλεψης, έτσι ώστε τα στοιχεία να αποκτήσουν τις προβλεπόμενες διαστάσεις τους.

##### γ) Μηχανικός (Κρουστικός) Έλεγχος.

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

##### δ) Εργαστηριακός Έλεγχος.

###### Έλεγχος Θλιπτικής Αντοχής

Όταν η θλιπτική αντοχή ελέγχεται με εργαστηριακές δοκιμές κατηγορίας E1, η θλιπτική αντοχή των δοκιμών  $X_i$  πρέπει να ικανοποιεί τους παρακάτω κανόνες αποδοχής.

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

$$\text{και} \quad X_i \geq f_{ck} - 2 \text{ (MPa)} \quad \text{Δεύτερος κανόνας} \quad (2)$$

όπου:  $f_{ck}$  είναι η χαρακτηριστική αντοχή κύβου (διαστάσεων 150 × 150 mm) που προδιαγράφεται στην μελέτη

$X_i$  είναι η θλιπτική αντοχή κύβου κάθε δοκιμίου.

$\bar{X}_n$  είναι η μέση τιμή έξι διαδοχικών  $X_i$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n)^2}{n-1}} \quad \text{είναι η τυπική απόκλιση που λαμβάνεται κατ' ελάχιστον 2,5 MPa}$$

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

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

$$\bar{X}_n = \sum_{i=1}^n X_i \geq f_{ck} \quad \text{Πρώτος κανόνας} \quad (1)$$

$$X_i \geq 0.75 f_{ck} \quad \text{Δεύτερος κανόνας} \quad (2)$$

όπου:  $X_i$  είναι η θλιπτική αντοχή κάθε δοκιμίου – πυρήνα ανηγμένη σε δοκίμια κύβου 150 × 150 mm.

$\bar{X}_n$  είναι η μέση τιμή του αντοχή του  $X_i$  για το σύνολο των (n) δοκιμών.

#### Έλεγχος συνάφειας

Η επέμβαση θεωρείται αποδεκτή όταν κατά τον σχετικό εργαστηριακό έλεγχο που γίνεται είτε με εξόλκευση επί τόπου του έργου, είτε με δοκιμή καθαρού εφελκυσμού στο εργαστήριο η αστοχία σε κάθε δοκίμιο που ελέγχεται δεν πραγματοποιείται στην διεπιφάνεια Ε.Σ. και υποστρώματος. Αν η αστοχία γίνει στην διεπιφάνεια, θα πρέπει η εκτιμώμενη τάση συνάφειας να προκύπτει μικρότερη από μία ανεκτή τιμή που θα προδιαγράφεται στην μελέτη. Αν δεν προδιαγράφεται στην μελέτη, ως ανεκτή τιμή θεωρείται το 1/20 της απαιτούμενης χαρακτηριστικής τιμής θλιπτικής αντοχής του Ε.Σ. και τουλάχιστον το 1 MPa.

#### Άλλοι έλεγχοι

Άλλοι έλεγχοι που μπορεί να απαιτούνται από την μελέτη ακολουθούν τα κριτήρια αποδοχής των σχετικών προδιαγραφών στις οποίες απαραίτητως πρέπει να παραπέμπει ή που προδιαγράφει η μελέτη.



### 4.3. ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΙ – ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

#### α) Επανελέγχοι

##### Έλεγχος Θλιπτικής Αντοχής

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

Σε κάθε κατηγορία ελέγχου (E1 ή E2) στην περίπτωση που δεν ικανοποιείται ένας ή και οι δύο κανόνες αποδοχής ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία : Από την περιοχή του έργου που προέρχεται το δοκίμιο με την μικρότερη αντοχή λαμβάνονται δύο πυρήνες των οποίων ο μέσος όρος πολλαπλασιασμένος με 1,25 αντικαθιστά την αντοχή  $X_i$  του ασθενέστερου δοκιμίου και ελέγχονται οι κανόνες αποδοχής.

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

##### Έλεγχος συνάφειας

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

##### Άλλοι έλεγχοι

Οι επανελέγχοι στην περίπτωση που από την μελέτη απαιτούνται πρόσθετοι έλεγχοι θα πρέπει να προδιαγράφονται στην μελέτη.

#### β) Διορθωτικά Μέτρα

Σε κάθε περίπτωση που τα αποτελέσματα του οπτικού, μηχανικού (κρουστικού) ή εργαστηριακού ελέγχου αποδείξουν ότι το παραχθέν προϊόν δεν έχει τα απαιτούμενα προδιαγεγραμμένα χαρακτηριστικά, τα στοιχεία των ελέγχων αξιολογούνται από τον μελετητή. Ο μελετητής είναι αρμόδιος να διερευνήσει την δυνατότητα και να προτείνει άλλη κατάλληλη μέθοδο επανελέγχου και αξιολόγησης του υπό αμφισβήτηση τμήματος του έργου. Αν και πάλι δεν ικανοποιούνται οι έλεγχοι ο μελετητής είναι αρμόδιος να προτείνει τις αναγκαίες διορθωτικές ενέργειες, στην έκταση που απαιτεί η ασφάλεια και λειτουργικότητα του Έργου.

### 4.4. ΥΠΟΧΡΕΩΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΕΓΧΩΝ

Ο οπτικός, γεωμετρικός και μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος, κάθε εργασίας επέμβασης που εκτελείται με Ε.Σ., είναι υποχρεωτικοί. Επίσης υποχρεωτικός είναι ο εργαστηριακός προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος με δοκιμές της κατηγορίας E1. Λοιποί εργαστηριακοί έλεγχοι θα γίνονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην μελέτη ή την σύμβαση του έργου. Απουσία ειδικής προς τούτο αναφοράς, οι έλεγχοι θλιπτικής αντοχής και συνάφειας με δοκιμές της κατηγορίας E2 θεωρούνται υποχρεωτικοί.

## **5. ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

### **5.1. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

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

- α) Ο κίνδυνος υγείας των εργαζομένων λόγω της αιωρούμενης σκόνης και της ρύπανσης του αέρα,
- β) Ο κίνδυνος για βλάβη στο δέρμα και τα μάτια λόγω ερεθισμού από πρόσμικτα υψηλής αλκαλικότητας.
- γ) Ο κίνδυνος εκρηκτικής αστοχίας των συνδέσμων και των σωληνώσεων προώθησης του υλικού,
- δ) Ο κίνδυνος για το προσωπικό στην περίπτωση προσπάθειας απεγκλωβισμού υλικού στις σωληνώσεις και στο ακροφύσιο.

### **5.2. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ**

Οι εργαζόμενοι πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι εφοδιασμένοι με μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ):

- Κεφαλής (κράνος)
- Ματιών (γυαλιά)
- Χειρών (γάντια)
- Ποδιών (μπότες εργασίας)
- Ωτοασπίδες (όταν χρησιμοποιείται εξοπλισμός υψηλού θορύβου)

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

Επιδιώκεται η χρήση προσμίκτων με ελάχιστη περιεκτικότητα σε αλκάλια.

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

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

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

## 6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### 6.1. ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η περαιωμένη εργασία επιμετρείται σε μονάδες όγκου της ποσότητας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος που διαστρώθηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από την μελέτη και τις υποδείξεις της επίβλεψης. Ποσότητες που διαστρώθηκαν καθ' υπέρβαση των προβλεπομένων διαστάσεων, κατ' αποδεκτή ανοχή του προηγθέντος γεωμετρικού ελέγχου (σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 4.2), δεν επιμετρώνται.

Επίσης δεν επιμετρώνται το Ε.Σ. που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή των φατνωμάτων ή σε επισκευές κακοτεχνιών ή για διευκόλυνση του Αναδόχου ή χρησιμοποιήθηκε χωρίς έγκριση της Επίβλεψης.

### 6.2. ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ

Η εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος σε κάθε είδους έργο επέμβασης σε δομικά στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα ή τοιχοποιία, ως περαιωμένη εργασία, επιμετρούμενη για παράδοση, ως πλήρης και ολοκληρωμένη περιλαμβάνει τις παρακάτω δαπάνες:

1. Την αγορά των υλικών, την μεταφορά τους και την ασφάλεια κατά την μεταφορά τους στο εργοτάξιο.
2. Την αποθήκευση και φύλαξη των υλικών στο εργοτάξιο
3. Την μεταφορά του εξοπλισμού στο εργοτάξιο και την φύλαξή του.
4. Την χρήση και συντήρηση του εξοπλισμού.
5. Τις εργασίες προετοιμασίας της επιφάνειας διάστρωσης πέραν των προβλεπομένων στις σχετικές ΠΕΤΕΠ (14-01-02 για σκυρόδεμα, 14-02-01-02 για τοιχοποιία και 14-01-09-01 για χάλυβα) όπως περιγράφονται στην παρ. 3.5.
6. Την εκτέλεση της εργασίας (ανάμιξη, μεταφορά-προώθηση, εκτόξευση).
7. Τις εργασίες διαμόρφωσης τελικής επιφάνειας όπως περιγράφονται στην παρ. 3.7.
8. Τις εργασίες συντήρησης όπως περιγράφονται στην παρ. 3.8.
9. Την απομάκρυνση του ανακλώμενου, και του υπερψεκαζόμενου υλικού και άλλων τυχόν αχρήστων.
10. Την λήψη των δοκιμών με τους εργαστηριακούς ελέγχους και την αποκατάσταση της περιοχής από όπου θα αποκοπούν τα δοκίμια – πυρήνες.
11. Την εκτέλεση των προβλεπομένων ελέγχων και επανελέγχων
12. Τις διορθωτικές παρεμβάσεις που πιθανόν να απαιτηθούν για την αποκατάσταση κακοτεχνιών.
13. Τα πάσης φύσεως λοιπά υλικά και μικροϋλικά που απαιτούνται για την ολοκληρωμένη εργασία σύμφωνα με την παρούσα ΠΕΤΕΠ.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1<sup>ο</sup>**

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΕΣ  
ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

Εργο:

Ανάδοχος:

Κατασκευαστής :

Ημερομηνία:

Μέθοδος παραγωγής:

**Χαρακτηριστικά Διαθέσιμου εξοπλισμού**

- **Μηχανή Ανάμιξης**  
*Εργοστασιακός τύπος και ονομασία:*
- **Αεροσυμπιεστής**  
*Πίεση λειτουργίας:  
Ικανότητα Παροχής Αέρα:*
- **Σωλήνες**  
*Εσωτερ. Διάμετρος:  
Υλικό Κατασκευής και Επιτρεπόμενη πίεση Λειτουργίας:*
- **Ακροφύσιο**  
*Εργοταξιακός Τύπος:  
Εσωτερική Διάμετρος:*
- **Μηχανή Αναρρόφησης**  
*Εργοταξιακός Τύπος:  
Ικανότητα Αναρρόφησης:*

**Αποδοχή ικανότητας εξοπλισμού: ΝΑΙ – ΟΧΙ**

Παρατηρήσεις:

**Ο Επιβλέπων**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2<sup>ο</sup>ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟΥ ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΕΣ  
ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Έργο:

Ανάδοχος:

Κατασκευαστής:

Ημερομηνία:

Μέθοδος Παραγωγής: Ξηρή Ανάμιξη – Υγρή Ανάμιξη

Όνοματεπώνυμο Χειριστή:

Α.Μ. Ασφαλιστικού Φορέα Χειριστή:

Χρόνος προγενέστερης πιστοποιημένης εμπειρίας σε έργα επεμβάσεων (ημέρες):

Ποσότητα Ε.Σ. και Χρόνος προγενέστερης πιστοποιημένης εμπειρίας Χειριστή ακροφυσίου ( $m^3/ώρες$ ):

Αξιολόγηση ικανότητας χειριστή από την δοκιμαστική εκτόξευση

ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΗ	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΡΙΣΤΗ

Αποδοχή Χειριστή: ΝΑΙ – ΟΧΙ

Παρατηρήσεις:

Ο Επιβλέπων

Το παρόν συντάσσεται πριν την έναρξη των εργασιών Εκτοξευομένου Σκυροδέματος.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3<sup>ο</sup>**  
**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΥΛΙΚΟΥ**

Εφαρμόζεται το σχετικό πρωτόκολλο της ΠΕΤΕΠ 01-01-01.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4<sup>ο</sup>**  
**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Έργο:**

**Ανάδοχος:**

**Κατασκευαστής:**

**Ημερομηνία:**

<b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b>	<b>ΑΠΟΔΟΧΗ</b>
Προπαρασκευαστικές Εργασίες (σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 3.1)	ΝΑΙ ΟΧΙ Εξηγήσεις (αν όχι):
Προετοιμασία επιφάνειας υποστρώματος (Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρ. 3.5)	
Προετοιμασία παλαιάς στρώσης Ε.Σ. για να δεχθεί νέα	
Χειρισμός Ακροφυσίου	
Εγκιβωτισμός ράβδων οπλισμού ή άλλων χαλύβδινων στοιχείων	
Αποφυγή εγκλωβισμού ανακλώμενου υλικού	
Αποφυγή ασυμπύκνωτων περιοχών ή κενών ή περιοχών απόμιξης	
Αποφυγή συσσώρευσης υπερψεκαζόμενου υλικού ή επικόλλησης επί των ράβδων οπλισμού ή άλλων χαλύβδινων στοιχείων	
Προετοιμασία για Υψηλές ή Χαμηλές θερμοκρασίες	
Διαμόρφωση τελικής επιφάνειας	
Μέτρα συντήρησης	
Αποφυγή εκτεταμένης ρηγμάτωσης	
Γεωμετρικός έλεγχος	
Μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος	
Εργαστηριακός Έλεγχος	
Έλεγχος Θλιπτικής αντοχής με δοκιμές κατηγορίας E1	
Έλεγχος θλιπτικής αντοχής με δοκιμές κατηγορίας E2	
Έλεγχος συνάφειας	
Άλλοι Έλεγχοι	
Επανάελεγχοι	
Μέτρα Υγιεινής και Ασφάλειας	
Μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) προσωπικού	
Παροχή καθαρού αέρα	
Εμπειρία προσωπικού για την αντιμετώπιση ατυχημάτων ή απρόβλεπτων δυσλειτουργιών του συστήματος εκτόξευσης	
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΑΠΟΔΟΧΗ</b>	
Απαιτούμενα διορθωτικά μέτρα ή άλλες ενέργειες (αν δεν υπάρχει τελική αποδοχή).	

**Ο Επιβλέπων**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5<sup>ο</sup>**

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ**

Έργο:

Ανάδοχος:

Κατασκευαστής:

Ημερομηνία:

Περιγραφή Διορθωτικών Μέτρων (επιγραμματική):

Τελική Αποδοχή: ΝΑΙ – ΟΧΙ

Αιτιολογία και πρόταση Μελλοντικών Ενεργειών (αν δεν υπάρχει τελική αποδοχή):

Ο Επιβλέπων



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6°

## ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ ΧΕΙΡΙΣΤΗ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟΥ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Όνοματεπώνυμο Χειριστή:

Α.Μ. Ασφαλιστικού Φορέα Χειριστή:

Έργο:

Ανάδοχος:

Κατασκευαστής:

Χρονικό διάστημα εκτέλεσης των Εργασιών Ε.Σ.:

Μέθοδος Παραγωγής : Ξηρή Ανάμιξη – Υγρή Ανάμιξη

Χρόνος Εργασίας στο Έργο ως Χειριστή Ακροφυσίου (ώρες):

Ποσότητα Ε.Σ. που εκτοξεύτηκε από τον χειριστή (m<sup>3</sup> κατά προσέγγιση):

Αξιολόγηση ικανότητας χειριστή από την επί τόπου εργασία

ΑΝΕΠΑΡΚΗΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΗ	ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ	ΑΡΙΣΤΗ

Παρατηρήσεις:

Ημερομηνία:

Ο Επιβλέπων

Το παρόν συντάσσεται μετά το πέρας των εργασιών εκτοξευόμενου σκυροδέματος

## ΠΗΓΕΣ

1. ACI Committee 506 (1990): "Guide to Shotcrete", ACI Manual of Concrete Practice, Report 506R-90.
2. ACI Committee 506 (1991): "Guide to Certification of Shotcrete Nozzlemen", ACI Practice, Report 506.3R-91
3. ACI Committee 506 (1998): "Committee Report on Fiber Reinforced Shotcrete", ACI Practice, Report 506.1R-98.
4. ACI Committee 506 (1995): "Specification for Shotcrete" ACI Practice, Report 506.2-95.
5. ACI Committee 506 (1994): "Guide for the Evaluation of Shotcrete", ACI Practice, Report 506.4R-94.
6. ASTM C1140: Preparing and Testing Specimens from Shotcrete Test Panels.
7. EFNARC (1996): "European Specification for Sprayed Concrete", [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org)
8. EFNARC (1999a): "European Specification for Sprayed Concrete – Guidelines for Specifiers and Contractors", [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org)
9. EFNARC (1999b): "European Specification for Sprayed Concrete-Checklist for Specifiers and Contractors", [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org)
10. ΥΠΕΧΩΔΕ, (2000) : «Σχέδιο προδιαγραφής για το Εκτοξευμένο Σκυρόδεμα», Ενημ. Δελτίο ΤΕΕ, Τευχ. 2114, σελ. 64-81.
11. Δρίτσος Σ. (2001): «Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα», σελ. 309, Βιβλ. Παπασωτηρίου.
12. Δρίτσος Σ. (2004): «Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα – Κεφ. 2: Τεχνολογίες Εργασιών Επεμβάσεων», Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος ΟΑΣΠ (σε προετοιμασία).

---

Το παρόν συντάσσεται για υποβοηθήσει στο στάδιο ελέγχου και σχολιασμού της παρούσας ΠΕΤΕΠ και καταργείται μετά την τελική εγγραφή της