

**ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-13-03-00-00:2009**

---

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

---

**HELLENIC TECHNICAL  
SPECIFICATION**

---



**Φράγματα από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (Σκληρό επίχωμα)**

---

**Lean roller compacted concrete dams (lean RCC dams)**

---

Κλάση τιμολόγησης:

## Πρόλογος

Η παρούσα Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-13-03-00-00 «**Φράγματα από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (σκληρό επίχωμα)**» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2<sup>ης</sup> Ομάδας Διοίκησης Έργου (2<sup>η</sup> ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-13-03-00-00, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ ΣΤ της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», τη γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-13-03-00-00 εγκρίθηκε την 23<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης ελληνικών προτύπων και προδιαγραφών.

## Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο .....	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί .....	7
3.1 Ορισμοί .....	7
4 Απαιτήσεις ενσωματούμενων υλικών .....	7
4.1 Ενσωματούμενα υλικά .....	7
4.2 Χαρακτηριστικά υλικών .....	7
5 Κατασκευή φράγματος από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα .....	9
5.1 Προπαρασκευαστικές εργασίες – Εξοπλισμός .....	9
5.2 Ανάμιξη .....	11
5.3 Μεταφορά και διάστρωση.....	11
5.4 Συμπύκνωση .....	12
5.5 Θερμοκρασιακοί περιορισμοί .....	13
5.6 Συντήρηση και προστασία – Σύνδεση μεταξύ στρώσεων .....	13
6 Δοκιμές αποδοχής περαιωμένης εργασίας .....	14
6.1 Δοκιμή αντοχής κυλινδρούμενου σκυροδέματος .....	14
6.2 Δοκιμή συμπύκνωσης.....	15
6.3 Δοκιμές αδρανών .....	15
6.4 Δοκιμή υγρασίας.....	15
6.5 Δοκιμή θερμοκρασίας διαστρωμένου μίγματος .....	15
7 Όροι και απαιτήσεις υγείας – ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος.....	15
7.1 Γενικά .....	15
7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας .....	16
8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών .....	17
9 Βιβλιογραφία.....	18

## Εισαγωγή

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

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

# Φράγματα από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (σκληρό επίχωμα)

## 1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στις ελάχιστες απαιτήσεις για τα υλικά και τη μέθοδο εκτέλεσης των εργασιών κατασκευής φραγμάτων από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (σκληρό επίχωμα). Τα αναφερόμενα έχουν εφαρμογή με την προϋπόθεση ότι δεν αντιβαίνουν προς τις απαιτήσεις της μελέτης.

## 2 Τυποποιητικές παραπομπές

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

ΕΛΟΤ EN 863	Προστατευτική ενδυμασία. Μηχανικές ιδιότητες. Δοκιμή αντοχής σε διάτρηση. - Protective clothing - Mechanical properties - Test method: Puncture resistance
ΕΛΟΤ EN 397 A/1	Κράνη προστασίας. - Industrial safety helmets (Amendment A1: 2000)
ΕΛΟΤ EN ISO 20345	Υποδήματα ασφαλείας για επαγγελματική χρήση - Safety Footwear for Professional Use
ΕΛΟΤ EN 933.01	Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 1: Προσδιορισμός του διαγράμματος κοκκομετρίας - Μέθοδος με κόσκινα. Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method.
ΕΛΟΤ EN 933.02	Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων αδρανών. Μέρος 2: Προσδιορισμός κατανομής μεγέθους κόκκων. Εργαστηριακά κόσκινα, ονομαστικό άνοιγμα βροχίδων. Tests for geometrical properties of aggregates - Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures.
ΕΛΟΤ EN 933.03	Δοκιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων των αδρανών. Μέρος 3: Προσδιορισμός της μορφής των κόκκων. Δείκτης πλακοειδούς. Tests for geometrical properties of aggregates - Part 3: Determination of particle shape - Flakiness index.
ΕΛΟΤ EN 1097.02	Δοκιμές για τον προσδιορισμό των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 2: Μέθοδοι προσδιορισμού της αντίστασης σε θρυμματισμό. Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation.

ΕΛΟΤ EN 1097.06	Δοκιμές των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 6: Προσδιορισμός της πυκνότητας του φίλερ και απορρόφησης νερού. Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption.
ΕΛΟΤ EN 1367.02	Δοκιμές για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των αδρανών σε θερμικές και καιρικές μεταβολές - Μέρος 2: Δοκιμή θειικού μαγνησίου. Tests for thermal and weathering properties of aggregates - Part 2: Magnesium sulfate test.
ΕΛΟΤ CEN ISO/TS 17892.12	Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές – εργαστηριακές δοκιμές εδαφών – Μέρος 12: Προσδιορισμός ορίων Atterberg. Geotechnical investigation and testing – Laboratory testing of soil – Determination of Atterberg limits.
ΕΛΟΤ EN 13242	Αδρανή υλικών σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων για χρήση στα τεχνικά έργα και την οδοποιία. Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction.
ΕΛΟΤ EN 197.01	Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα. Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements.
ΕΛΟΤ EN 196.08	Μέθοδοι δοκιμών τσιμέντου - Μέρος 8 : Θερμότητα ενυδάτωσης - Μέθοδος διαλύσεως. Methods of testing cement – Part 8 : Determination of heat of hydration – Solution method.
ΕΛΟΤ ENV 13282	Υδραυλικές κονίες οδοποιίας - Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης. Hydraulic road binders - Composition, specifications and conformity criteria.
ΕΛΟΤ EN 1008	Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού. Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete.
ΕΛΟΤ EN 934.02	Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση. Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling.
ΕΛΟΤ EN 13286.04	Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες - Μέρος 4: Εργαστηριακές μέθοδοι δοκιμής αναφορικά με τη φαινόμενη πυκνότητα και την περιεκτικότητα σε νερό - Δονητική σφύρα. Unbound and hydraulically bound mixtures – Part 4: Test methods for laboratory reference density and water content - Vibrating hammer .
ΕΛΟΤ EN 13286.45	Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες - Μέρος 45: Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της περιόδου εργασιμότητας σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες μιγμάτων. Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 45: Test method for the determination of the workability period of hydraulically bound mixtures.

ΕΛΟΤ EN13286.51

Μίγματα μη σταθεροποιημένα και σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες - Μέρος 51: Μέθοδος παρασκευής δοκιμίων από μίγματα σταθεροποιημένα με υδραυλικές κονίες με συμπίκνωση με δονητική σφύρα. Unbound and hydraulically bound mixtures - Part 51 : Method for the manufacture of test specimens of hydraulically bound mixtures using vibrating hammer compaction.

ΕΛΟΤ EN 450.01+A1

Ιπτάμενη τέφρα για σκυρόδεμα - Μέρος 1: Ορισμός, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης. Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria.

ΕΛΟΤ CEN/CR 1901

Προδιαγραφές γεωγραφικών περιοχών και Συστάσεις για την αποφυγή βλαβών στο σκυρόδεμα από αλκαλιοπυριτικές αντιδράσεις. Regional Specifications and Recommendations for the avoidance of damaging alkali silica reactions in concrete.

### 3 Όροι και ορισμοί

Για τους σκοπούς της παρούσας Προδιαγραφής εφαρμόζονται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί.

#### 3.1 Ορισμοί

**3.1.1 Ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα** είναι σκυρόδεμα με μικρή περιεκτικότητα τσιμέντου και νερού. Με τη μικρή αναλογία τσιμέντου στο μίγμα επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της αναπτυσσόμενης θερμοκρασίας ενυδάτωσης, προς αποφυγή ρηγματώσης, ενώ με την ελαχιστοποίηση του νερού η επίτευξη συνθηκών βέλτιστης υγρασίας για ικανοποιητική συμπίκνωση του μίγματος με κοινά συμπτυκνωτικά μηχανήματα (οδοστρωτήρες) ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται ικανοποιητική αντοχή. Στα φράγματα το ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα αποτελεί ουσιαστικά το σώμα στήριξης του φράγματος, απαραίτητο για την διασφάλιση της ευστάθειας της κατασκευής (έναντι ανατροπής, ολίσθησης κλπ). Τα φράγματα αυτού του τύπου συχνά φέρουν στην ανάντη παρειά πλάκα από συμβατικό οπλισμένο σκυρόδεμα για την εξασφάλιση στεγανότητας.

### 4 Απαιτήσεις ενσωματούμενων υλικών

#### 4.1 Ενσωματούμενα υλικά

- Αδρανή
- Τσιμέντο ή συνδυασμός τσιμέντου και κατεργασμένης ιπτάμενης τέφρας ή υδραυλικές κονίες για έργα οδοποιίας
- Νερό και ενδεχομένως
- πρόσθετα σκυροδέματος

#### 4.2 Χαρακτηριστικά υλικών

##### 4.2.1 Αδρανή

Τα αδρανή για την κατασκευή του σκληρού επιχώματος είναι είτε αμμοχάλικα ποταμού (αλλουβιακές αποθέσεις σε φυσικές κοίτες) ή βραχώδη προϊόντα λατομείου.

Η διαβάθμιση των αδρανών υλικών (ΕΛΟΤ EN 933.01, 933.02) θα είναι ομαλή και θα περιλαμβάνεται στη ζώνη που ορίζεται στον ακόλουθο Πίνακα 1.

**Πίνακας 1 - Όρια διαβάθμισης αδρανών υλικών**

Κόσκινα ανοίγματος mm	63 mm	22.4 mm	4 mm		0.063 mm
-----------------------	-------	---------	------	--	----------

Ποσοστό διερχόμενο [%]	100	65-85	30-55	13-30	6-14
------------------------	-----	-------	-------	-------	------

Θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι τα αδρανή υλικά δεν αντιδρούν με τα αλκαλικά στοιχεία του τσιμέντου. Όταν δεν υπάρχει επαρκής εμπειρία όσον αφορά στη συμπεριφορά των αδρανών κατά την ανάμιξή τους με τσιμέντο, θα ελέγχονται ως προς την αλκαλοπυριτική αντίδραση σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ CEN/CR 1901.

Γενικά, το υλικό θεωρείται ότι αντιδρά όταν:

- $S_c > R_c$ , όταν  $R_c \geq 70$
- $S_c > 35 + 0.5 R_c$ , όταν  $R_c < 70$

όπου:

$S_c$ : dissolved silica: περιεκτικότητα σε ενεργό διοξείδιο του πυριτίου ( $SiO_2$ )

$R_c$ : reduction of alkalinity: απορρόφηση αλκαλίων σκυροδέματος από το  $SiO_2$  των αδρανών

Ο δείκτης πλαστικότητας (ΕΛΟΤ CEN ISO/TS 17892.12) πρέπει να είναι  $PI \leq 15\%$  και αντίστοιχα, το όριο υδαρότητας  $LL \leq 35\%$ . Αν το υλικό δεν πληροί αυτές τις απαιτήσεις, θα πρέπει να προηγηθεί επεξεργασία με υδράσβεστο ή ακατέργαστη ιπτάμενη τέφρα. Η απαιτούμενη ποσότητα της υδρασβέστου ή της ιπτάμενης τέφρας θα καθορίζεται με εργαστηριακές δοκιμές.

Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά από τη Μελέτη του φράγματος, τα αδρανή θα είναι των ακόλουθων κατηγοριών (Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13242):

- FL35: Δείκτης πλακοειδούς =35 (ΕΛΟΤ EN 933.03)
- LA40: Αντοχή σε απότριψη κατά Los Angeles κλάσματος 10/14, έως 40% (ΕΛΟΤ EN 1097.02)
- WA<sub>24</sub>2: Απορρόφηση νερού μετά από εμβάπτιση 244, ίση προς 2% (ΕΛΟΤ EN 1097.06)
- MS18: Δοκιμή υγείας πετρώματος με την μέθοδο θειικού μαγνησίου δείκτης 18 (ΕΛΟΤ EN 1367.02)

Τα αδρανή υλικά θα αποθηκεύονται χωρισμένα σε τρία μεγέθη διαβάθμισης, ζυγιζόμενα χωριστά κατά την εισαγωγή τους στον αναμικτήρα.

#### 4.2.2 Τσιμέντο

Το τσιμέντο θα είναι τύπου Πόρτλαντ CEM IV/B ή CEM II/B κατηγορίας αντοχής 32.5 N σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197.01. Η θερμότητα ενυδάτωσης του τσιμέντου (ΕΛΟΤ EN 196.08) θα είναι μικρότερη των 65 kcal/kg σε 28 ημέρες. Η αναλογία του τσιμέντου στο μίγμα θα είναι η ελάχιστη δυνατή (συνήθως μεταξύ 50 και 75 kg/m<sup>3</sup>) για την οποία θα επιτυγχάνεται η απαιτούμενη αντοχή του ισχνού κυλινδρούμενου σκυροδέματος.

Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί επίσης “υδραυλική κονία για έργα οδοποιίας” που πληροί τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 13282, εφ’ όσον προβλέπεται από τη Μελέτη του φράγματος και πληρούνται οι απαιτήσεις αυτής της Προδιαγραφής, και ιδιαίτερα ως προς την εκλυόμενη θερμότητα, την αντοχή και την ανθεκτικότητα στο χρόνο και στις περιβαλλοντικές επιδράσεις του προτεινόμενου μίγματος.

#### 4.2.3 Ιπτάμενη τέφρα

Είναι δυνατόν, μετά από κατάλληλη εργαστηριακή μελέτη, να χρησιμοποιηθεί στο μίγμα Ιπτάμενη Τέφρα που ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 450.01+A1 - ως πρόσμικτο σκυροδέματος ή σε αντικατάσταση μέρους του χρησιμοποιούμενου τσιμέντου. Στην εργαστηριακή αυτή μελέτη θα πρέπει να αποδεικνύεται η ικανοποίηση όλων των απαιτήσεων αυτής της Προδιαγραφής και ιδιαίτερα ως προς την



εκλυόμενη θερμότητα, την αντοχή και την ανθεκτικότητα στο χρόνο και στις περιβαλλοντικές επιδράσεις του προτεινόμενου μίγματος που περιέχει τσιμέντο και Ιπτάμενη Τέφρα.

#### 4.2.4 Νερό

Το νερό που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Πρότυπου ΕΛΟΤ EN 1008. Το νερό στο μείγμα προσδιορίζεται μετά από εργαστηριακή μελέτη και επιβεβαιώνεται με την κατασκευή του δοκιμαστικού τμήματος.

#### 4.2.5 Πρόσθετα σκυροδέματος

Τα πρόσθετα θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ EN 934.02. Για την χρήση προσθέτων απαιτείται εργαστηριακή μελέτη και έγκριση αυτής από την Διευθύνουσα Υπηρεσία. Η χρήση προσθέτων για την βελτίωση των ιδιοτήτων του νωπού σκυροδέματος πιθανόν να αποδειχθεί ότι είναι αναγκαία ιδίως για να επιμηκυνθεί ο διαθέσιμος χρόνος για τη συμπίκνωση του μίγματος σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών.

### 5 Κατασκευή φράγματος από ισχνό κυλινδρούμενο σκυρόδεμα

#### 5.1 Προπαρασκευαστικές εργασίες – Εξοπλισμός

##### 5.1.1 Προκαταρκτικές εργασίες

Για την έντεχνη, ταχεία και οικονομική πραγματοποίηση της κατασκευής, είναι απαραίτητος ο κατάλληλος προγραμματισμός, και η οργάνωση του εργοταξίου, η χρησιμοποίηση του ενδεικνυόμενου εξοπλισμού και τεχνικού προσωπικού με επικεφαλής πεπειραμένο μηχανικό σε παρεμφερείς εργασίες. Πρέπει εγκαίρως να έχουν περατωθεί οι προπαρασκευαστικές εργασίες και κυρίως οι έρευνες για πηγές αδρανών υλικών, καθώς και οι εργαστηριακές δοκιμές για υλικά και μίγματα.

Ο Ανάδοχος θα εξασφαλίσει και θα διαμορφώσει κατάλληλους χώρους για την απόθεση και αποθήκευση των υλικών και για τις εγκαταστάσεις παρασκευής ισχνού σκυροδέματος, σε κατάλληλη απόσταση από το φράγμα ώστε να επιτυγχάνεται ταχεία μεταφορά του μίγματος στη θέση διάστρωσης. Οι χώροι αποθήκευσης πρέπει να έχουν αρκετή έκταση, ώστε να δημιουργηθεί επαρκές απόθεμα αδρανών υλικών πριν από την έναρξη παραγωγής του μίγματος.

##### 5.1.2 Εργαστηριακή μελέτη σύνθεσης κυλινδρούμενου σκυροδέματος

Η Εργαστηριακή μελέτη σύνθεσης κυλινδρούμενου σκυροδέματος θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- a. Επιλογή της καταλληλότερης διαβάθμισης αδρανών, καθορισμό της βέλτιστης ποσότητας υδραυλικών κονιών, νερού και ενδεχομένως χημικών προσθέτων, ώστε το μίγμα να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της Προδιαγραφής αυτής.
- b. Δοκιμές συμπίκνωσης για τον προσδιορισμό της βέλτιστης ποσότητας νερού στο μίγμα η οποία θα εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή πυκνότητα μίγματος (πυκνότητα αναφοράς) και την απαιτούμενη αντοχή. Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά από τη Μελέτη, η δοκιμή συμπτκνώσεως θα εκτελείται με δονητική σφύρα σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286.04. Εάν υπάρχει κίνδυνος σημαντικής μεταβολής των διαστάσεων των κόκκων λόγω θραύσεως κατά τη διάρκεια των δοκιμών συμπίκνωσης με τη δονητική σφύρα, η Διευθύνουσα Υπηρεσία μπορεί να επιτρέψει τη χρήση της συσκευής Vebe, ή δονητικής τράπεζας με κατάλληλο πρόσθετο βάρος στην επιφάνεια του δοκιμίου, ή άλλης κατάλληλης διάταξης για τη συμπίκνωση των δοκιμίων. Θα προσδιορίζεται η βέλτιστη υγρασία για συμπίκνωση και η πυκνότητα αναφοράς με βάση την οποία θα γίνεται ο έλεγχος συμπτκνώσεως. Επίσης, αν δεν προβλέπεται διαφορετικά από τη Μελέτη, θα προσδιορίζεται και ο διαθέσιμος χρόνος για συμπίκνωση σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286.45.
- c. Προσδιορισμό της απαιτούμενης ποσότητας υδραυλικών κονιών έτσι ώστε να το μίγμα να επιτυγχάνει την απαιτούμενη από τη Μελέτη αντοχή και ανθεκτικότητα στις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Επίσης η αναπτυσσόμενη, λόγω θερμότητας ενυδάτωσης, θερμοκρασία στο εσωτερικό

των στρώσεων, σε συνδυασμό με το πρόγραμμα διάστρωσης που θα ακολουθείται, θα πρέπει να ικανοποιεί τα προβλεπόμενα από τη Μελέτη του Φράγματος. Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά στη Μελέτη του Φράγματος, ως απαιτούμενη αντοχή θα θεωρείται η χαρακτηριστική αντοχή με ποσοστημόριο 10%, ήτοι η αντοχή εκείνη η οποία έχει πιθανότητα εμφάνισης τουλάχιστον 90%. Η απαιτούμενης αντοχής θα είναι ίση με 4 MPa σε ηλικία 90 ημερών, εκτός αν στη Μελέτη του φράγματος προβλέπεται διαφορετική ηλικία ή διαφορετική τιμή. Κατά την εργαστηριακή μελέτη σύνθεσης θα καθορισθεί η ποσότητα τσιμέντου ή τσιμέντου και ιπτάμενης τέφρας ή υδραυλικής κονίας οδοστρωμάτων που εξασφαλίζει πιθανότητα αποδοχής του μίγματος τουλάχιστον 90% όταν αυτό ελέγχεται με τα Κριτήρια συμμόρφωσης του Κ.Τ.Σ., υποθέτοντας Συντελεστή Μεταβλητότητας (ΣΜ) των αντοχών επιτόπου 20%. Για το σκοπό αυτό η μέση αντοχή του μίγματος  $f_m$  θα πρέπει να ικανοποιεί τη σχέση:  $f_m \geq 1.52 f_{ck} = 6 \text{ MPa}$ . Τα δοκίμια θα παρασκευάζονται με τη βέλτιστη υγρασία που προσδιορίστηκε στο βήμα α και θα συμπυκνώνονται με δονητική σφύρα σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN13286.51.

- δ. Το μίγμα με τα ποσοστά υδραυλικών κονιών και νερού που προσδιορίστηκαν στα παραπάνω βήματα (β, γ) θα υποβάλλεται στις δοκιμές ανθεκτικότητας που προβλέπει η Μελέτη του Φράγματος. Εφ' όσον οι έλεγχοι αυτοί ικανοποιούνται, η σύνθεση του μίγματος οριστικοποιείται. Σε διαφορετική περίπτωση μεταβάλλονται τα ποσοστά των υδραυλικών κονιών και επαναλαμβάνονται οι έλεγχοι μέχρι να προκύψουν ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- ε. Αν δεν προδιαγράφεται διαφορετικά στη Μελέτη του φράγματος, στο τελικώς επιλεγέν μίγμα θα γίνονται μετρήσεις θερμοκρασίας ενυδάτωσης υπό αδιαβατικές ή σχεδόν αδιαβατικές συνθήκες.

### 5.1.3 Δοκιμαστικό τμήμα

Πριν από την έναρξη της κατασκευής του ισχνού κυλινδρούμενου σκυροδέματος πρέπει να κατασκευαστεί «Δοκιμαστικό Τμήμα», με μέριμνα του Αναδόχου και κατά τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Στο δοκιμαστικό τμήμα θα εφαρμοσθεί η μεθοδολογία και θα χρησιμοποιηθεί ο μηχανικός εξοπλισμός και το προσωπικό του Αναδόχου, που προβλέπονται για την κατασκευή του κυρίως έργου, με σκοπό τον έλεγχο της δυνατότητας παραγωγής έργου σύμφωνα με τις απαιτήσεις αυτής της Προδιαγραφής. Το δοκιμαστικό τμήμα θα κατασκευάζεται σε θέση, που θα επιλέγεται από τον Ανάδοχο μετά από συνεννόηση και έγκριση από την Διευθύνουσα Υπηρεσία, θα παρέχεται η δυνατότητα ενσωμάτωσης του δοκιμαστικού τμήματος στο κύριο έργο, υπό την προϋπόθεση ότι οι έλεγχοι θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρούσας. Το μέγεθος του πρέπει να αντιστοιχεί σε ποσότητα τουλάχιστον 150 m<sup>3</sup> υλικού. Η κατασκευή θα γίνεται σε στρώσεις πάχους 25 και 30 cm ή όπως προβλέπεται από τη Μελέτη και θα εκτελεσθούν οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- 10 τουλάχιστον προσδιορισμοί της κοκκομετρικής διαβάθμισης. Θα γίνεται σύγκριση με τη διαβάθμιση της Μελέτης σύνθεσης και οι διαφορές θα πρέπει να ικανοποιούν τα κριτήρια της παραγράφου 6.3 της παρούσας Προδιαγραφής.
- 15 τουλάχιστον προσδιορισμοί της περιεχόμενης υγρασίας με δείγματα που λαμβάνονται επιτόπου από την έτοιμη για συμπύκνωση στρώση. Οι διαφορές από τη βέλτιστη υγρασία πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παραγράφου 6.4 της παρούσας Προδιαγραφής.
- 15 τουλάχιστον προσδιορισμοί της ξηρής πυκνότητας της συμπυκνωμένης στρώσης με τη λογική της μεθόδου E106-86/Κεφ. 2/ του ΥΠΕΧΩΔΕ (Παράρτημα Α). Οι έλεγχοι αυτοί πρέπει να πραγματοποιούνται μέσα σε διάστημα 6 ωρών από την περάτωση της συμπύκνωσης. Ταυτόχρονα θα εκτελούνται και ισάριθμοι έλεγχοι πάχους συμπυκνωμένης στρώσης. Πρέπει να ικανοποιούνται τα Κριτήρια της παραγράφου 6.2 της παρούσας.
- Βαθμονόμηση των πυρηνικών οργάνων προσδιορισμού της υγρασίας και της πυκνότητας επί τόπου στο δοκιμαστικό τμήμα.
- Έλεγχοι της επιτυγχανόμενης αντοχής μίγματος με δοκίμια συμπυκνούμενα με δονητική ηλεκρόσφουρα σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286.51. Θα ελέγχεται το κριτήριο συμμόρφωσης της παρ 6.1 με τουλάχιστον 3 εξάδες δοκιμών.
- Έλεγχοι της ομαλότητας της επιφάνειας.

- Προσδιορισμός του απαιτούμενου αριθμού των διελεύσεων των συμπυκνωτικών μέσων για να επιτευχθεί ο απαιτούμενος βαθμός συμπυκνώσεως.
- Αποκοπή 10 πυρήνων σε όλο το βάθος της συμπυκνωμένης στρώσης με ειδικό πυρηνολύπτη και προσδιορισμός:
  - α. του πάχους της στρώσεως
  - β. της πυκνότητας της στρώσεως και της μεταβολής αυτής με το πάχος της στρώσεως (με απότμηση του πυρήνα σε τρία τουλάχιστον τμήματα και προσδιορισμό της πυκνότητας εκάστου τμήματος).

Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που η αποκοπή πυρήνων αποδειχθεί πολύ δύσκολη ή αδύνατη, η Διευθύνουσα Υπηρεσία μπορεί να απαλλάξει τον Ανάδοχο από τον έλεγχο αυτόν και να τον αντικαταστήσει με έλεγχο με πυρηνικές μεθόδους σε διάφορα πάχη στρώσεων.

Εφ' όσον οι παραπάνω έλεγχοι ικανοποιούν τις απαιτήσεις της Προδιαγραφής αυτής, το δοκιμαστικό επίχωμα από κυλινδρούμενο σκυροδέμα, μετά από σύμφωνη γνώμη της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, μπορεί να ενταχθεί στο μόνιμο Έργο.

## 5.2 Ανάμιξη

Η παρασκευή του μίγματος θα γίνεται σε εγκεκριμένου τύπου κεντρική εγκατάσταση ανάμιξης, συνεχούς ή κατά παρτίδες (τμηματικής) παραγωγής. Η εγκατάσταση πρέπει να έχει ωριαία απόδοση τουλάχιστον 1,5 φορά μεγαλύτερη της μέγιστης προβλεπόμενης να διαστρωθεί ανά ώρα ποσότητας ισχυρού σκυροδέματος. (Συνιστάται να μην χρησιμοποιούνται εγκαταστάσεις αναμίξεως με ωριαία παραγωγική ικανότητα μικρότερη από 80 m<sup>3</sup>/h).

Ο εξοπλισμός ανάμιξης θα είναι κατάλληλος για ύφωνα σκυροδέματα με πολύ μικρή ποσότητα νερού (120-140 l/m<sup>3</sup>) και τσιμέντου. Θα γίνεται αποδεκτή η προσκόλληση του μίγματος στις εσωτερικές επιφάνειες του αναμικτήρα ή οι δυσχέρειες στη εκφόρτωση του αναμίγματος.

Οι αναλογίες του μίγματος (χάλικες, άμμος, παιπάλη, τσιμέντο ή άλλες υδραυλικές κονίες, νερό και ενδεχομένως πρόσθετα) θα μετρούνται κατά βάρος, με ακρίβεια ±2%.

Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και κατάλληλο σύστημα για τη συνεχή ή συχνή μέτρηση της περιεχόμενης στα αδρανή υγρασίας έτσι ώστε να είναι δυνατή η αναπροσαρμογή της ποσότητας του νερού ανάμιξης, λαμβανομένων υπόψη και των εκάστοτε ατμοσφαιρικών συνθηκών (θερμοκρασία, άνεμος κτλ.). Υπό κανονικές συνθήκες δεν επιτρέπεται να προστεθεί νερό στο μίγμα κατά τη διάστρωση και συμπύκνωση.

Ο χρόνος ανάμιξης θα συμφωνεί με τις οδηγίες του κατασκευαστή του εξοπλισμού και πρέπει είναι επαρκής για την παραγωγή τελείως ομοιογενούς μίγματος. Ο χρόνος θα καθορίζεται ακριβέστερα και θα ελέγχεται με δοκιμές κατά την κατασκευή του δοκιμαστικού τμήματος.

Για την παρασκευή τμηματικού σκυροδέματος θα χρησιμοποιούνται ιδιαίτερες εγκαταστάσεις ανάμιξης.

## 5.3 Μεταφορά και διάστρωση

Το σύστημα μεταφοράς και διάστρωσης θα διασφαλίζει τα ακόλουθα:

- Αποφυγή καθυστερήσεων στην έναρξη της συμπύκνωσης, απόμιξης του σκυροδέματος και υπερβολικής εξάτμισης του περιεχόμενου νερού.
- Ολοκλήρωση διάστρωσης και συμπύκνωσης του μίγματος πριν από την απώλεια της εργασιμότητας /συμπυκνωσιμότητας αυτού λόγω σκλήρυνσης.
- Αποτροπή ρύπανσης από χώμα και λάσπες που μεταφέρονται από τους τροχούς των αυτοκινήτων ή, ενδεχομένως, από διαρροή λαδιών ή πετρελαίου των μηχανημάτων κτλ.
- Επίτευξη του απαιτούμενου ρυθμού εκτέλεσης των εργασιών.

- Αντιμετώπιση δυσμενών καιρικών συνθηκών (απότομη βροχή, αυξημένη εξάτμιση λόγω υψηλής θερμοκρασίας και ανέμου, κτλ.).
- Αποτροπή της διατάραξης διαστρωθέντος μίγματος από κίνηση οχημάτων.

Η μέγιστη διάρκεια μεταφοράς του μίγματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15 min για θερμοκρασία αέρα μεγαλύτερη από 20°C. Είναι προτιμότερη η χρησιμοποίηση καταλλήλου συστήματος μεταφορικών ιμάντων αντί οχημάτων μεταφοράς. Στην περιοχή του φράγματος το νωπό μίγμα θα παραλαμβάνεται από κατάλληλα οχήματα τοπικής μεταφοράς και μηχανήματα διάστρωσης, όπως απαιτείται.

Τα μηχανήματα διάστρωσης θα είναι ερπυστριοφόροι προωθητές και κατάλληλοι διαμορφωτές, εγκεκριμένου τύπου. Η διάστρωση θα γίνεται κατά οριζόντιες ή ελαφρώς κεκλιμένες στρώσεις, συμπυκνωμένου πάχους 30 cm, εκτός αν, για ειδικούς λόγους, καθοριστεί διαφορετικά από την Διευθύνουσα Υπηρεσία, και κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιογένεια του υλικού, η ακρίβεια του πάχους της στρώσης, με μέγιστη ανοχή  $\pm 5$  cm, και η ταχεία αποπεράτωση της εργασίας διάστρωσης. Η διάστρωση θα πρέπει να έχει περατωθεί μέσα σε χρόνο το πολύ 15 min από την προσκόμιση του μίγματος.

Τα μηχανήματα διάστρωσης δεν πρέπει να κυκλοφορούν στην επιφάνεια του συμπυκνωθέντος σκυροδέματος πριν από την επαρκή σκλήρυνση του, για να μην δημιουργήσουν διαταραχές και βλάβες. Η διάστρωση και η συμπύκνωση θα γίνεται κατά λωρίδες, των οποίων η διάταξη και οι διαστάσεις θα εγκρίνονται από την Διευθύνουσα Υπηρεσία. Η συμπύκνωση δύο παράπλευρων λωρίδων που διαστρώνονται διαδοχικά πρέπει να ολοκληρώνεται πριν παρέλθει το χρονικό διάστημα εργασιμότητας /συμπυκνωσιμότητας της στρώσης που διαστρώθηκε πρώτα, έτσι ώστε ο μεταξύ των δύο στρώσεων αρμός θα συμπυκνωθεί πλήρως όταν το υλικό είναι σε κατάσταση που επιτυγχάνεται πλήρης συνάφεια μεταξύ των δύο παρειών του. Σε περιπτώσεις θερμού καιρού ενδεχομένως θα απαιτηθεί η χρήση επιβραδυντικού προσθέτου για να επιμηκυνθεί ο διαθέσιμος χρόνος. Εάν στη Μελέτη του Φράγματος δεν προβλέπεται διαφορετικά, ο χρόνος που είναι διαθέσιμος για την ολοκλήρωση της συμπύκνωσης προσδιορίζεται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286.45.

Οι στρώσεις θα πρέπει να περατώνονται σε όλη την εκάστοτε έκταση (στάθμη) της κατασκευής, κατά τη διάρκεια της ίδιας «κατασκευαστικής» ημέρας.

Προκειμένου να αποφευχθεί διαχωρισμός των κόκκων, η αρχική εναπόθεση του εκάστοτε μεταφερόμενου μίγματος θα γίνεται σε σωρούς ύψους μικρότερου του 1 m και θα καταβάλλεται κάθε προσπάθεια, κατά τη διάστρωση, για την διατήρηση της ομοιογένειας του μίγματος.

Πριν από τη διάστρωση ισχνού κυλινδρούμενου σκυροδέματος, στην επιφάνεια έδρασης του φράγματος θα διαστρωθεί εξισωτική στρώση από συμβατικό σκυρόδεμα κατηγορίας C8/10 ή C 12/15, σύμφωνα με τα εγκεκριμένα σχέδια εφαρμογής.

Κάθε στρώση του ισχνού κυλινδρούμενου σκυροδέματος (εκτός των θέσεων όπου τούτο περιορίζεται από επιτόπου σκυροδετούμενο κλασικό σκυρόδεμα, ή προκατασκευασμένα στοιχεία) θα διαμορφώνεται με την προβλεπόμενη κλίση, στα ελεύθερα ανάντη και κατόντη πέρατα, με κατάλληλες διατάξεις και μεθόδους κατασκευής, που θα επιλέξει ο Ανάδοχος και θα εγκρίνει η Διευθύνουσα Υπηρεσία.

## 5.4 Συμπύκνωση

Για τη συμπύκνωση θα χρησιμοποιούνται αυτοκινούμενοι δονητικοί συμπυκνωτές, στατικού βάρους 7,5 τόννων τουλάχιστον, με διπλά λεία τύμπανα, διαμέτρου τουλάχιστον 1,40 m, που θα ασκούν γραμμική στατική πίεση ( κατά γενέτειρα επαφής) τουλάχιστον 2 t/m. Η συχνότητα δόνησης θα είναι ρυθμιζόμενη και τουλάχιστον 25 Hz.

Οι συμπυκνωτές θα διαθέτουν όργανο ένδειξης του αριθμού διαδρομών διάταξη αυτοκαθαρισμού των τύμπανων ώστε να διατηρούνται καθαρά από επικολλήσεις υλικού. Θα διατίθεται οπωσδήποτε τουλάχιστον ένας εφεδρικός οδοστρωτήρας του ίδιου ακριβώς τύπου.

Θα γίνονται τουλάχιστον έξι διελεύσεις του συμπυκνωτή ανά στρώση, εκτός αν αποδειχθεί στο δοκιμαστικό τμήμα ότι χρειάζεται μεγαλύτερος αριθμός προς επίτευξη της απαιτούμενης πυκνότητας και αντοχής.

Η πρώτη από τις διελεύσεις αυτές θα γίνεται με στατική λειτουργία του συμπυκνωτή και οι λοιπές (τουλάχιστον 5) με δόνηση και με ταχύτητα το πολύ 2 km/ώρα. Όταν ο συμπυκνωτής ακινητοποιείται θα τίθεται εκτός λειτουργίας το σύστημα δόνησης.

Η προκύπτουσα τελικώς επιφάνεια κάθε στρώσης θα έχει ομοιόμορφη, ελαφρώς τραχεία υφή, χωρίς χαλαρά χαλίκια, εγκοπές ή προεξοχές, ίχνη τροχών ή άλλα ελαττώματα και δεν θα εμφανίζει σημεία με περίσσεια νερού ή τσιμεντοπολτού του μίγματος. Η μάζα κάθε στρώσης πρέπει να είναι ομοιογενής, με τη μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα, χωρίς τοπικό διαχωρισμό χονδρών κόκκων, ή άλλες ανωμαλίες.

Η περάτωση της συμπύκνωσης κάθε στρώσεως πρέπει να γίνεται εντός 30 λεπτών της ώρας από τη διάστρωση του αντίστοιχου μίγματος, και οπωσδήποτε πριν από το πέρας της περιόδου εργασιμότητας /συμπυκνωσιμότητας του μίγματος.

Σε δυσπρόσιτες περιοχές, για την εξασφάλιση της προδιαγραφόμενης συμπύκνωσης, θα χρησιμοποιούνται μικροί δονητικοί συμπυκνωτές, δονητικές πλάκες κτλ., σε συνδυασμό με ενδεχόμενη τοπική διαφοροποίηση των αναλογιών του μίγματος και του πάχους της στρώσης, όπου είναι αναγκαίο, μετά από σχετική έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας.

### 5.5 Θερμοκρασιακοί περιορισμοί

Για να περιοριστεί όσο είναι δυνατό η αναπτυσσόμενη θερμοκρασία στη μάζα του σκυροδέματος θα λαμβάνονται μετά από συνεννόηση με την Διευθύνουσα Υπηρεσία, κατάλληλα μέτρα όπως:

- Συσσώρευση των αδρανών σε μεγάλες ποσότητες με διάταξη και προσανατολισμό τέτοιο, ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να επηρεάζει όσο το δυνατό λιγότερο τη θερμοκρασία τους.
- Συχνό κατάβρεγμα των αδρανών.
- Χρήση νερού ανάμιξης με όσο το δυνατόν χαμηλότερη θερμοκρασία.
- Διασφάλιση ότι το χρησιμοποιούμενο τσιμέντο καθώς και οι λοιπές υδραυλικές κονίες δεν είναι πρόσφατης παραγωγής.
- Μεταφορά του μίγματος στη θέση διάστρώσης και περάτωση της διάστρώσης και συμπύκνωσης κατά το συντομότερο δυνατό χρόνο, με χρησιμοποίηση αυξημένου αριθμού μηχανικών μέσων.
- Συνεχής ψεκασμός με νερό κάθε στρώσης με λεπτά σταγονίδια νερού σε τρόπο ώστε να μην προκαλείται μηχανική διάβρωση του νεαρού κυλινδρούμενου σκυροδέματος.

Σε περιόδους αυξημένων θερμοκρασιών θα περιορίζεται στο ελάχιστο ο χρόνος έκθεσης στο ήλιο των στρώσεων που έχουν μόλις ολοκληρωθεί (οι εργασίες θα συνεχίζονται μέχρι την δύση του ηλίου ώστε να εξασφαλίζεται η σκλήρυνση της άνω στρώσης κατά τις νυχτερινές ώρες).

Ανεξάρτητα από τα προαναφερθέντα μέτρα, δεν επιτρέπεται η διάστρωση και συμπύκνωση στρώσεων σε περιόδους καύσωνα. Για θερμοκρασίες άνω των 28°C, η εκτέλεση ή μη εργασιών εξαρτάται από τα πορίσματα της θερμικής μελέτης εφαρμογής.

Όταν είναι αναπόφευκτη η κατασκευή κατά τη διάρκεια θερμών περιόδων, οι αντίστοιχες εργασίες θα γίνονται κατά τη νύκτα, ή τις πρώτες πρωινές ώρες, μετά από έγκριση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας. Ο Ανάδοχος στην περίπτωση αυτή θα εξασφαλίζει επαρκή νυκτερινό φωτισμό για την άριστη και ασφαλή εκτέλεση των εργασιών.

Σε περίπτωση πολύ χαμηλών χειμερινών θερμοκρασιών θα εφαρμόζονται οι περιορισμοί, και τα προφυλακτικά μέτρα που προβλέπονται από τον ΚΤΣ για το κανονικό σκυρόδεμα.

### 5.6 Συντήρηση και προστασία – Σύνδεση μεταξύ στρώσεων

Η επιφάνεια κάθε περατωμένης στρώσης θα προστατεύεται από την κυκλοφορία και τη ρύπανση και θα διατηρείται επαρκώς υγρή, ιδίως σε περιόδους αυξημένης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και ισχυρών ανέμων. Για το σκοπό αυτό πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία σύστημα παροχής νερού με επαρκές μήκος

ευκάμπτων σωλήνων με κατάλληλα ακροφύσια για εφαρμογή καταιονισμού υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων νερού.

Πριν από τη διάστρωση νέας στρώσης, θα γίνεται έλεγχος της επιφάνειας της προηγούμενης στρώσης, από την Διευθύνουσα Υπηρεσία και θα λαμβάνονται από τον Ανάδοχο όλα τα απαιτούμενα μέτρα για την καλή πρόσφυση μεταξύ των στρώσεων, μεταξύ των οποίων απομάκρυνση τυχόν χαλαρών αδρανών, χωμάτων, λιμνάζοντος νερού κτλ. και καθαρισμός με εγκεκριμένες μεθόδους, τυχόν ρυπάνσεων.

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όταν κατά την κρίση της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, είναι προφανής η αδυναμία να επιτευχθεί ικανοποιητική πρόσφυση μεταξύ των δύο στρώσεων, θα λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα όπως: καθαρισμός και εκτράχυνση της παλαιάς επιφάνειας, απομάκρυνση κάθε χαλαρού υλικού, εφαρμογή συνδετικού στρώματος (πάχους τουλάχιστον 5 cm) από κατάλληλο τσιμεντοκονίαμα και άμεση διάστρωση κυλινδρούμενου σκυροδέματος πάνω σ' αυτό.

Γενικά θα καταβάλλεται κάθε προσπάθεια, ώστε η διάστρωση και η συμπίκνωση κάθε νέας λωρίδας να γίνεται προτού παρέλθει το διάστημα εργασιμότητας /συμπυκνωσιμότητας του υλικού της παρακείμενης. Σε περιόδους υψηλών σχετικά θερμοκρασιών ενδεχομένως να κριθεί απαραίτητη η επιμήκυνση του διαστήματος εργασιμότητας /συμπυκνωσιμότητας με χρήση επιβραδυντικών προσθέτων, ή, μετά από έγκριση της Υπηρεσίας, η σύνδεση των επιφανειών επαφής δυο παρακείμενων λωρίδων θα γίνεται με κατάλληλη προπαρασκευή του αρμού με τοπική απόξεση, καθαρισμό, κατάβρεγμα και κάλυψη με λεπτό πλουσιότερο σκυρόδεμα ή τσιμεντοκονίαμα, αμέσως πριν από τη διάστρωση της νέας λωρίδας.

## 6 Δοκιμές αποδοχής περαιωμένης εργασίας

### 6.1 Δοκιμή αντοχής κυλινδρούμενου σκυροδέματος

Ο έλεγχος της αντοχής του μίγματος θα γίνεται σε κάθε «ελεγχόμενο τμήμα» με 6 κυβικά δοκίμια ακμής 150 mm ή κυλινδρικά δοκίμια (D150 /H150mm), τα οποία θα παρασκευάζονται και συντηρούνται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13286.51, από δείγματα του μίγματος που έχει διαστρωθεί πριν από την έναρξη της συμπίκνωσης. Ελεγχόμενο τμήμα είναι το τμήμα που ικανοποιεί την δυσμενέστερη από τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- i. Το τμήμα που κατασκευάζεται κάθε ημέρα
- ii. Επιφάνεια που δεν υπερβαίνει τα 5000 m<sup>2</sup>

Η θλιπτική αντοχή των 6 δοκιμών σε 28 ημέρες θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

$$\bar{X}_6 \geq f_{ck} + 1.10s$$

$$X_i \geq f_{ck} - 0.6 \text{ MPa}$$

όπου:

$$\bar{X}_6 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} X_i \quad \text{ο μέσος όρος των αντοχών των 6 δοκιμών}$$

$X_i$  οι μεμονωμένες αντοχές  $i = 1, 2, 3, \dots, 6$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{η τυπική απόκλιση των 6 αντοχών}$$

$f_{ck}$  είναι η απαιτούμενη χαρακτηριστική αντοχή του κυλινδρούμενου σκυροδέματος

Αν δεν προβλέπεται διαφορετικά από τη Μελέτη του Φράγματος θα εξασφαλίζεται η αντοχή  $f_{ck} = 4$  MPa σε ηλικία 28 ημερών.

## 6.2 Δοκιμή συμπίκνωσης

Θα γίνονται τουλάχιστον 2 έλεγχοι πυκνότητας ανά 500 m<sup>2</sup> συμπυκνούμενης στρώσης (Πρότυπα ASTM D2922.04 και ASTM D3017.04), με συσκευές που έχουν βαθμονομηθεί στο δοκιμαστικό τμήμα. Οι μετρούμενες πυκνότητες πρέπει να ικανοποιούν τα ακόλουθο κριτήριο συμμόρφωσης:

Ο μέσος όρος 6 μετρήσεων δεν πρέπει να είναι κατώτερος από το 98% της πυκνότητας αναφοράς που προσδιορίστηκε στο εργαστήριο (§ 5.1.2 β) και καμία μεμονωμένη τιμή στην εξάδα των μετρήσεων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 96% της πυκνότητας αναφοράς.

Αν η απαίτηση του μέσου όρου δεν ικανοποιείται, ο έλεγχος με 6 μετρήσεις επαναλαμβάνεται και αν εξακολουθεί να μην ικανοποιείται το υπό κρίση συμπυκνωμένο τμήμα της στρώσης επιφάνειας 1500 m<sup>2</sup> περίπου, θα αποξηλώνεται και θα επαναδιαστρώνεται με έξοδα του Αναδόχου.

Αν μια μεμονωμένη τιμή δεν ικανοποιεί την απαίτηση των μεμονωμένων τιμών ο έλεγχος πυκνώνει σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες από 3 m από τη θέση της πρώτης αστοχίας για να αποκαλυφθεί η έκταση της επιφάνειας όπου δεν ικανοποιείται η απαίτηση των μεμονωμένων τιμών. Η έκταση αυτή εφ' όσον υπάρχουν 3 τουλάχιστον σημεία που δεν ικανοποιούν την απαίτηση, θα αποξηλώνεται και θα επαναδιαστρώνεται με νέο υλικό με έξοδα του Αναδόχου.

## 6.3 Δοκιμές αδρανών

Στην έναρξη των εργασιών και όποτε υπάρχει αλλαγή πηγής προμήθειας, θα γίνονται οι έλεγχοι των αδρανών που αφορούν τον κίνδυνο αλκαλοπυριτικής αντίδρασης, του δείκτη πλακοειδούς (FL), αντίσταση σε θρυμματισμό (LA), υδαταπορρόφηση (WA) και την ανθεκτικότητα σε θειικό μαγνήσιο (MS). Ο δείκτης πλαστικότητας των αδρανών θα ελέγχεται ανά 2000 m<sup>3</sup>.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση του μίγματος θα ελέγχεται τουλάχιστον 2 φορές την ημέρα. Πρέπει τα διερχόμενα ποσοστά να μην διαφέρουν από εκείνα της μελέτης σύνθεσης περισσότερο από τα ακόλουθα όρια:

- Κόκκοι > 4 mm ± 8%
- Κόκκοι < 4 mm ± 6%
- Κόκκοι < 0.063 mm ± 2 %

## 6.4 Δοκιμή υγρασίας

Θα γίνονται τουλάχιστον 10 έλεγχοι περιεχόμενης υγρασίας ημερησίως. Οι διαφορές ως προς την βέλτιστη υγρασία δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερες από -1% και +0.5%.

## 6.5 Δοκιμή θερμοκρασίας διαστρωμένου μίγματος

Θα γίνεται ένας τουλάχιστον έλεγχος θερμοκρασίας μίγματος ανά 500 m<sup>2</sup> διαστρωνόμενης επιφάνειας.

## 7 Όροι και απαιτήσεις υγείας – ασφάλειας εργαζομένων και προστασίας περιβάλλοντος

### 7.1 Γενικά

Ισχύουν γενικώς τα προβλεπόμενα στο Σχέδιο Ασφάλειας Υγείας (ΣΑΥ) και τους περιβαλλοντικούς όρους του έργου.

Στο εργοτάξιο θα εφαρμόζονται κανόνες κυκλοφορίας – διακίνησης των μεταφορικών μέσων και του εξοπλισμού, οι οποίοι θα τηρούνται σχολαστικά υπό την επίβλεψη του Μηχανικού Ασφαλείας.

Ακουστικά σήματα προειδοποίησης για όπισθεν κίνηση είναι υποχρεωτικά σε όλα τα μηχανήματα έργων και φορτηγά μεταφοράς, διότι μπορούν να προστατέψουν τα άτομα που εργάζονται στην περιοχή όπου εκτελούνται φορτοεκφορτώσεις χωματισμών.

Όταν δεν παρακολουθείται οποιοδήποτε χωματουργικό μηχάνημα (στάθμευση ή προσωρινή διακοπή εργασίας), θα πρέπει πάντα να αφήνεται σε ασφαλή κατάσταση στάσης, με χαμηλωμένα και εδραζόμενα επί του εδάφους τα αποξεστικά ή φορτωτικά μέσα των μηχανημάτων (π.χ. λεπίδες προωθητών ή ισοπεδωτών, κάδοι φορτωτών, κουβάδες εκσκαφών).

Επίσης όλες οι ηλεκτροπαραγωγές μονάδες πρέπει να τίθενται εκτός λειτουργίας, όταν δεν υπάρχει επίβλεψη χρήσης τους.

Οι χωματουργικές εργασίες θα πρέπει να σχεδιάζονται και να επιβλέπονται έτσι ώστε να είναι σταθερές σε όλα τα στάδια των κατασκευών και να μην αποτελούν κίνδυνο για τους εργαζόμενους ή το κοινό (συμπεριλαμβανομένων και των παράνομα κυκλοφορούντων στην περιοχή των έργων). Αυτό ίσως να απαιτήσει να τεθούν περιορισμοί στις μεθόδους εργασιών ή στην μέριμνα κάποιων προσωρινών έργων.

Όλες οι γέφυρες και οι διαβάσεις, προσωρινές ή μόνιμες, θα πρέπει να είναι επαρκείς ώστε να επιτρέπουν την ασφαλή διάβαση μεγάλων φορτίων ειδικά θα πρέπει να παραχθούν επαρκή προειδοποιητικά σήματα και απαγορευτικά για να αποφευχθεί η υπερφόρτωσή τους. Στις περιπτώσεις που φορτία πρέπει να περάσουν από τμήματα περιορισμένου ανοίγματος πλάτους και ύψους θα πρέπει να υπάρχουν ενδείξεις πριν τα τμήματα αυτά που να δείχνουν τις μέγιστες επιτρεπτές διαστάσεις. Μέσα σε αυτά τα τμήματα θα πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα για την ασφάλεια των πεζών και να εγκαθίστανται τα κατάλληλα μηχανήματα που θα περιορίζουν τους τροχούς στην οδό. Στις περιπτώσεις που οι εργασίες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν κοντά σε ένα υπάρχον άνοιγμα, μεγάλοι όγκοι ξύλων θα πρέπει να τοποθετούνται στην κορυφή του πρανούς για προστασία.

Δεν θα πρέπει να υπερφορτώνονται οι χώροι εργασιών και κανένα φορτίο δεν θα πρέπει να αποτίθεται έτσι ώστε να αποτελεί κίνδυνο για τους εργαζόμενους και τα μηχανήματα

Όλες οι οδοί μεταφοράς υλικών θα πρέπει να συντηρούνται, ως προς την ασφάλεια που παρέχουν με γνώμονα τη χρήση για την οποία προορίζονται (π.χ. είδος μηχανημάτων, μέγιστα φορτία είδη υλικών), να διατηρούνται καθαρές και οι τροχοί των οχημάτων να καθαρίζονται, όπου απαιτείται, πριν χρησιμοποιήσουν το δημόσιο οδικό δίκτυο.

## 7.2 Μέτρα υγείας - ασφάλειας

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΕ, που αναφέρεται στις «Ελάχιστες Απαιτήσεις Υγιεινής και Ασφάλειας Προσωρινών και Κινητών Εργοταξίων» και προς την Ελληνική Νομοθεσία περί υγιεινής και ασφάλειας (Π.Δ. 17/96 και Π.Δ. 159/99 κ.λπ.).

Υποχρεωτική είναι η χρήση μέσων ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) που προβλέπονται από το ΣΑΥ του έργου, κατά την εκτέλεση των εργασιών, από όλους τους εργαζόμενους (εργατοτεχνίτες, χειριστές, οδηγοί, επιβλέποντες, εργαστηριακοί). Οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι οι εξής:

Πίνακας 2 - ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Προστατευτική ενδυμασία	ΕΛΟΤ EN 863
Προστασία κεφαλιού	ΕΛΟΤ EN 397



## 8 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Η επιμέτρηση θα γίνεται σε κυβικά μέτρα ( $m^3$ ) κατασκευής από «σκληρό επιχώμα», σύμφωνα με τους όρους της παρούσας Προδιαγραφής, χωρίς μείωση ή διαφοροποίηση για τυχόν ποσότητες συμβατικού σκυροδέματος, ή κονιάματος, που παρεμβάλλονται, χωρίς χρήση ξυλοτύπων, στο εσωτερικό της μάζας του «σκληρού επιχώματος». Το τυχόν προβλεπόμενο σκυρόδεμα εξομάλυνσης στην έδραση του «σκληρού επιχώματος» καθώς και οι ποσότητες της ανάντη στεγανής πλάκας συμβατικού σκυροδέματος (εφόσον αυτή προβλέπεται), θα επιμετρώνται ιδιαιτέρως.

Δεν επιμετρώνται χωριστά, διότι είναι ενσωματωμένες, όλες οι αναγκαίες εργασίες καθώς και τα πάσης φύσεως υλικά και εξοπλισμός, η εξασφάλιση και η κατανάλωση της ενέργειας, καθώς και κάθε άλλη συμπαραγομαρτούσα δράση απαιτούμενη για την πλήρη και έντεχνη κατά τα ανωτέρω κατασκευή σκληρού επιχώματος. Ειδικότερα, ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, δεν επιμετρώνται χωριστά τα παρακάτω:

- Η προμήθεια των απαραίτητων υλικών
- η εκσκαφή και ανάπτυξη των δανειοθαλάμων και λατομείων (όταν απαιτείται)
- η απόρριψη των ακατάλληλων υλικών που θα προκύψουν κατά την εκμετάλλευση των δανειοθαλάμων και λατομείων στους εγκεκριμένους χώρους απόρριψης
- η αποθήκευση σε ειδικούς χώρους αν απαιτηθεί
- η επεξεργασία στις εγκαταστάσεις για την επίτευξη της απαιτούμενης κοκκομετρικής διαβάθμισης σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή ή σύμφωνα με τις εντολές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας
- οι φορτοεκφορτώσεις από τους χώρους δανειοθαλάμων, ή ενδιάμεσων αποθηκείσεων. ή επεξεργασίας, και η ενσωμάτωση στο φράγμα, στα προφράγματα ή σε άλλες καθορισμένες θέσεις, όπως δείχνεται στα σχέδια ή σύμφωνα με τις οδηγίες της Διευθύνουσας Υπηρεσίας
- Η ενσωμάτωσή τους στο έργο
- η μεταφορά των υλικών από οποιαδήποτε απόσταση.
- Φθορά και απομείωση των υλικών και η απόσβεση και οι σταλίες του εξοπλισμού
- Η πραγματοποίηση όλων των απαιτούμενων δοκιμών, ελέγχων κ.λ.π. για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση της εργασίας σύμφωνα με την παρούσα Προδιαγραφή, καθώς και των τυχόν διορθωτικών μέτρων (εργασία και υλικά), εάν διαπιστωθούν μη συμμορφώσεις, κατά τις δοκιμές και τους ελέγχους.
- Η αύξηση της ποσότητας των υλικών που προκλήθηκαν από συνίζηση της θεμελίωσης ή και του αναχώματος του φράγματος, ή των κύριων ανάντη προφραγμάτων.

## Βιβλιογραφία

- ΥΠΕΧΩΔΕ Ε106-86 : *Επί τόπου δοκιμές εδαφομηχανικής*
- Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ)
- ASTM D2922.04 *Standard Test Methods for Density of Soil and Soil-Aggregate in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth).*
- ASTM D3017.04 *Standard Test Method for Water Content of Soil and Rock in Place by Nuclear Methods (Shallow Depth).*
- ΕΛΟΤ EN 1744.01 *Δοκιμές για τον προσδιορισμό των χημικών ιδιοτήτων των αδρανών - Μέρος 1: Χημική ανάλυση. Tests for chemical properties of aggregates - Part 1: Chemical analysis.*
- ΕΛΟΤ CEN ISO/TS 17892.11 *Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές – εργαστηριακές δοκιμές εδαφών – Προσδιορισμός υδατοπερατότητας με σταθερό και μεταβλητό ύψος. Geotechnical investigation and testing – Laboratory testing of soil - Part 11: Determination of permeability by constant and falling head.*